

Aus der Medizinischen Universitätsklinik in Marburg

Direktor: Prof. Dr. med. G.-A. Martini

**Über die Adipositas bei Jugendlichen —
Beiträge zu ihrer Aetiologie und Diagnostik**

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Sigrid Erpelt
aus Ottobeuren

1975

Marburg

Aus der Medizinischen Universitätsklinik in Marburg

Direktor: Prof. Dr. med. G.-A. Martini

**Über die Adipositas bei Jugendlichen —
Beiträge zu ihrer Aetiologie und Diagnostik**

Inaugural-Dissertation

**zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg**

vorgelegt von

Sigrid Erpelt

aus Ottobeuren

Marburg



Referent: Doz. Dr. med. H. H. Gossmann

Coreferent: Prof. Dr. med. G. A. Martini

Vorgelegt am: 1. Juli 1975

A	Kurze Definition des Begriffs "Adipositas"	1
B	Die Bedeutung der Adipositas	4
I.	für Erwachsene	4
II.	für Kinder und Jugendliche	5
C	Das Problem der Ursachenerkennung und der Diagnostik der Adipositas bei Jugendlichen in der Literatur	7
I.	Störungen des Endokriniums und im Metabolismus	7
II.	Schädigungen im zentralen Nervensystem	10
III.	Konstitutionelle Vorbedingungen und die Möglichkeit ihrer anthropometrischen Erfassung	11
IV.	Die Bedeutung der Erbanlagen für die Entstehung der Adipositas	17
V.	Soziale, familiäre und psychologische Aspekte	18
VI.	Störungen der Energiebilanz durch erhöhte Kalorienzufuhr und ungenügende -abgabe	20
D	Ziel der Arbeit	22
E	Durchführung der Arbeit	24
I.	Personenkreis	24
II.	Inhalt der Fragebögen	25
III.	Die Messungen	27
IV.	Art der Auswertung der Daten	32
F	Darstellung und Auswertung der Daten aller Jungen und Mädchen	36
I.	Die Länge	38
II.	Das Gewicht und Lean Body Weight	40
III.	Der Fettgewebsanteil	45
IV.	Armumfang und Fett-Muskel-Verhältnis am Arm	48
V.	Die Haut-Fett-Falten	49
VI.	Korrelationen	55
VII.	Die Diameter und ihre Verwendbarkeit	59
G	Charakteristik der adipösen Jugendlichen	69
I.	Darstellung anthropometrischer Daten und des Sportwertes in den Abweichungstabellen nach Martin	69
II.	Prozentuale Häufigkeit der Adipositas bei Mädchen und Jungen und in den verschiedenen Altersstufen	83
III.	Sind die adipösen Jugendlichen größer als ihre schlanken Altersgenossen?	88

IV.	Vergleich des mittleren Geburtsgewichts und der mittleren Geburtslänge adipöser und schlanker Jugendlicher	90
V.	Vergleich der Körpergestalt der Eltern adipöser, schlanker und übergewichtiger Jugendlicher und der Geschwisterzahl	94
1.	Vergleich der Körpergestalt von Eltern adipöser und schlanker Kinder	94
2.	Verteilung der Körpergestaltstypen der Eltern von übergewichtigen, nicht adipösen Kindern	104
3.	Geschwisterzahl und Geschlechtsverhältnis in den Familien von adipösen und schlanken Kindern	106
VI.	Vergleich der Krankheitshäufigkeit und -schwere bei adipösen und schlanken Jugendlichen	109
VII.	Ergebnis der Nachuntersuchungen	112
H	Diskussion	115
I.	Besprechung der Ergebnisse aus der Auswertung und Darstellung der Daten aller Jugendlichen	115
1.	Länge, Gewicht und Lean Body Weight	116
2.	Prozentualer Fettgewebsanteil	117
3.	Fett/Muskel-Verhältnis und Armumfang	118
4.	Haut-Fett-Falten	119
5.	Bedeutung der Diametermessung zur Bestimmung des LBW und des Fettgehaltes	120
II.	Ergebnisse der Charakteristik der adipösen Jugendlichen	122
1.	Abweichungstabellen	123
2.	Häufigkeit der Adipositas	124
3.	Größenvergleich mit Schlanken	125
4.	Geburtsgewicht und Geburtslänge	126
5.	Familiärer Hintergrund	127
a)	Körpergestalt der Eltern adipöser Jugendlicher	127
b)	Körpergestalt der Eltern übergewichtiger, nicht adipöser Jugendlicher	128
c)	Kinderzahl	129
6.	Krankheiten	130
7.	Entwicklung der Adipösen bis zur Nachuntersuchung	131
I	Zusammenfassung	134
	Literaturverzeichnis	136
	Verzeichnis der Abbildungen	143
	Verzeichnis der Tabellen	145

A

Kurze Definition des Begriffs "Adipositas"

Der Begriff der Adipositas (= übermäßige Fettansammlung) schließt heute im klinischen Sprachgebrauch sowohl die Fettleibigkeit wie auch die Fettsucht mit ein. Beide sind - ohne Berücksichtigung ihrer Entstehung - Ausdruck einer positiven Energiebilanz.

Fettleibigkeit bedeutet nach BAHNER (2, 3), KEHRER (zit. in 20) und CLAUSER (20) eine quantitative Vorstufe der Fettsucht; sie ist leichter rückbildungsfähig und für den Gesamtorganismus nicht so gravierend wie die Fettsucht, die BAHNER als Krankheit bezeichnet, wobei er auf die Abstammung des Wortes Sucht von "Siechtum" hinweist.

Die Grenze zwischen Adipositas und Normalgewichtigkeit ist schwer zu ziehen, da allein das Maß für die Norm des Körpergewichts von kulturellen, geographischen und sozialen Faktoren abhängig und deshalb eine subjektive und variable Größe ist.

Man entnimmt das Normalgewicht den großen Längen - Gewichts-Tabellen der Lebensversicherungen oder bestimmt es überschlagsmäßig nach der BROCA-Formel, wonach das Normalgewicht (kg) = Körperlänge (cm) - 100 sein soll. Eine Person wird dann als adipös bezeichnet, wenn sie dieses Gewicht um bestimmte Werte oder Prozentzahlen überschreitet, z.B. nach v. NOORDEN, 1910, um 30 - 35 %, nach THANNHAUSER, 1929, nur um 10 - 15 % (zit. in 20) oder nach MÜLLER, 1967, (71), KAPELL, 1971, (49), LIEBERMEISTER, 1969, (57) und SCHMALZ, 1969 (86), um 20 %.

Das Grundschema der BROCA-Formel wurde von LOOS (zit. in 20), LORENTZ (zit. in 95, S. 372) ($\text{Gewicht} = \text{Länge} - 100 - (\text{Länge} - 150)$): 4) sowie OTT (76) modifiziert, denn das BROCA-Gewicht liegt nach heutiger Auffassung über dem Optimalgewicht. So lauten z.B. die Gleichungen zur Berechnung des Optimalgewichts nach OTT:

A-1/5 (A -52) = Optimalgew. für Männer
A-2/5 (A -52) = Optimalgew. für Frauen
(wobei A das BROCA-Gewicht bedeutet)

Um Aufschluß über die gesamte Körpergestalt, einen Ausdruck für das Größen-Gewichts-Verhältnis, zu bekommen, formulierten z.B. QUETELET, 1870, (78), KAUP, 1924, (51) und ROHRER verschiedene Indices, in die die Körpergröße in der ersten, zweiten oder dritten Potenz einging (QUETELET : $\text{Gewicht} / \text{Länge}$, KAUP oder DAVENPORT Index : $\text{Gewicht} / \text{Länge}^2$, ROHRER Index : $\text{Gewicht (g)} \times 100 / \text{Länge (cm)}^3$). Dabei blieben jedoch der Knochenbau oder der Grad der Ausbildung der Muskulatur und Fettpolster sowie besonders ihre Veränderungen während des Wachstumsalters lange Zeit unberücksichtigt. (MASSLER (62))

Eine einfache graphische Methode zur Erfassung der Körpergestalt während der Wachstumsperiode bietet das 1929 von SCHLEISSNER (85) entworfene Somatogramm, dessen Gebrauch sich inzwischen in Kliniken und kinderärztlichen Praxen weitgehend durchgesetzt hat, und der WETZEL-GRID in Amerika.(96)

1943 wurden von der "Metropolitan Life Insurance" und 1959 in der "Build and Blood

Pressure Study" die Längen-Gewichts-Tabellen in drei Klassen der Körpergestalt : breit, mittel und schmal aufgegliedert, jedoch blieb dem Arzt und Patienten die Einordnung in die jeweilige Rubrik ohne nähere Anweisung zur freien Entscheidung überlassen. (SELTZER und MAYER. (90))

Erst die Möglichkeit, den Fettgehalt des Körpers und die fettfreie Körpermasse getrennt bestimmen zu können, schaffte die Grundlage dafür, Idealgewichte mit "günstigem Fettgehalt" (BAHNER (2)) für verschiedene Lebensalter, Körpergrößen und Konstitutionen aufzustellen, Fettleibigkeit z.B. auch bei "normalem" Körpergewicht diagnostizieren zu können und in der Praxis bei der Beurteilung eines Menschen den Definitionen von EPSTEIN (30) und BRUCH (15) gerecht zu werden:

"Die Adipositas bezeichnet einen Anstieg des Körpergewichts, der über die Grenzen der Erfordernisse von seiten des Skeletts und der physiologischen Funktionen hinausgeht und auf die Anlagerung von Fett zurückzuführen ist." (EPSTEIN (30))

"Fettleibigkeit ist ein Ernährungszustand, in dem die Fettanlagerung über das Maß hinausgeht, das gewöhnlich mit dem Ausdruck einer adäquaten Ernährung verbunden wird." (BRUCH (15))

Die Bedeutung der Adipositas

Die Adipositas hat in den letzten Jahrzehnten immer mehr das Interesse der Forschung und der Öffentlichkeit gefunden. "Man hat festgestellt, daß Fettleibigkeit die häufigste physische Regelwidrigkeit ist, die in der Durchschnittsbevölkerung gefunden wird " (RYNEARSON u. GASTINEAU (82)), denn nach Statistiken sollen mindestens 20 - 25 % der amerikanischen und bundesdeutschen Bevölkerung adipös sein (RITTER (80), LIEBERMEISTER (56), OSTER (75)).

Auch Untersuchungsergebnisse aus der DDR (KAPELL (49), MÜLLER (71)) berichten vom Auftreten der Fettleibigkeit bei 43 % der Frauen und 15 % der Männer sowie bei 12,5 % der Mädchen und 7,5 % der Jungen zwischen 6 - 19 Jahren, das sind 9,6 % der Jugendlichen. Das Forschungsinstitut für Kinderernährung in Dortmund veröffentlichte 1971 Beobachtungen, wonach 23 % der Jungen und 27 % der Mädchen zwischen 6 und 10 Jahren überernährt sind.(MAASER (58))

- I. Diese Zahlen zeigen, daß die Bedeutung der Adipositas mit Recht hoch einzustufen ist, denn ihre Folgen manifestieren sich bald sowohl im somatischen wie auch im psychischen Bereich. Mortalität und Morbidität der Fettleibigen sind erhöht (WOLFF (98), GOSSMANN (38), GERCKE (37)), und nach SCHMALZ (86) mindert ein Übergewicht von 20 % die Lebenserwartung eines 40jährigen um ein Drittel, denn die Adipositas erschwert viele andere Erkrankungen als "Symptom mit eigenem relativen Krankheitswert"(BAHNER (3)).

Diese negativen Einflüsse der Adipositas beziehen sich besonders auf cardio-vasculäre Erkrankungen, Thrombophlebitiden und -embolien, degenerative Gelenkerkrankungen, erhöhte Bereitschaft zu Atemwegserkrankungen, Cholelithiasis, den Diabetes mellitus, die Gestosegefahr in der Schwangerschaft (BREGULLA (11)) und das Unfall- und Operationsrisiko. Dazu fördert sie die Entwicklung einer Fettleber und der pulmonalen Hypoventilation, die schließlich im Pickwick-Syndrom zum führenden Symptom wird. (MÜLLER (72), BURTON (18), v. HARNACK (41), GRIES, DAWEKE u. LIEBERMEISTER (39))

- II. Bei Kindern und Jugendlichen verdient die Feststellung und Beseitigung der Adipositas noch mehr Beachtung, da sie gerade in diesem Lebensabschnitt die normale Entwicklung nachteilig und dauerhaft beeinflussen kann.

Veränderungen an der Wirbelsäule und die Ausbildung von X-Beinen, Knick- und Plattfüßen -- bedingt durch das hohe Körpergewicht - und geringere körperliche Leistungsfähigkeit - verstärkt durch eine größere Herz-Kreislaufbelastung (NITSCH u. KARG (73), ELLIS u. TALLERMANN (29)) - sind häufige Erscheinungen bei adipösen Kindern und Jugendlichen. (v. HARNACK (41), WOLFF (98), SCHMALZ (86), DROESE u.a. (24))

Dazu kommen eine erhöhte Anfälligkeit bei dicken Säuglingen und Kleinkindern gegenüber spastischen Bronchitiden und Infekten (MIETENS (68), NITSCH u. KARG (73)) und die Auswirkungen auf das Endokrinium, besonders die NNP

Inselorgan des Pankreas. (GOSSMANN (38))

Im übrigen ist die Wahrscheinlichkeit des Fortbestehens der Adipositas bis in das Erwachsenenalter hinein mit den dann folgenden oben erwähnten Komplikationen mit 50 - 80 % sehr hoch, besonders, wenn sie sich vor dem Alter von 10 Jahren und nach dem 16. Lebensjahr entwickelt hat.

(MAYER (63), SCHMALZ (86), FANCONI (31), WOLFF (98), SPRANGER (92), SAVAGE (84), MAASER (58), HAASE u. HOSENFELD (40), ABRAHAM u. NORDSIECK (1))

Die Leistungsfähigkeit wird sowohl durch die körperlichen Bedingungen wie auch durch die psychische Situation des Kindes herabgesetzt, denn die Außenseiterrolle, in die es häufig teils durch das Verhalten der Eltern, besonders der Mutter, teils durch die emotionelle Reaktion der Umwelt und schließlich durch seine eigene Zurückgezogenheit gerät, bewirkt, daß körperliche Aktivität und soziale Kontakte möglichst vermieden werden. Dadurch werden die Entwicklung und Anwendung der Intelligenz sowie die soziale und emotionale Reifung verzögert oder gar gehemmt.

MAYER (64), (66), (67), BRUCH (16), BURTON (18), WOLFF (98))

C

Das Problem der Ursachenerkennung und der Diagnostik der Adipositas bei Jugendlichen in der Literatur

Verschiedene Strömungen in den Versuchen, Theorien über die Ätiologie und Pathogenese der Adipositas aufzustellen, zeigen, wie vielschichtig und komplex der Mechanismus ist, der zu diesem Erscheinungsbild führt.

I. Störungen des Endokriniums und im Metabolismus

Zunächst vermutete man, nachdem sehr eindrucksvolle und ausgeprägte Krankheitsfälle beschrieben und autoptisch gesichert worden waren, bei gleicher adipöser Somatoplastik die gleiche Ätiologie annehmen zu können, nämlich Veränderungen an endokrinen Drüsen. (CLAUSER (20)) So entstanden die Begriffe der sogenannten "hypophysären" Fettsucht, der "thyreogenen" und der "gonadalen" Fettsucht, und bei Kindern und Jugendlichen vor und nach der Pubertät sollte besonders der Typ bzw. Morbus Fröhlich mit entzündlichen oder neoplastischen Veränderungen des Hypophysen-Hypothalamus-Systems anzutreffen sein. (FRÖHLICH (34)) Doch war es hauptsächlich der Typus der kindlichen bis weiblichen Fettverteilung, der zu dieser so häufigen Diagnose führte (CLAUSER (20)), denn echte Veränderungen im Hypophysen-Zwischenhirn-System sind äußerst selten. NITSCH und KARG (73) fanden bei der Untersuchung von 200 adipösen Kindern nur bei drei Kindern

hirnorganisch faßbare Ursachen (leukämische Infiltrate, verkalkende Encephalitis, Zustand nach ausgedehntem Schädel-Hirn-Trauma).

Die Annahme, daß ein erniedrigter Stoffwechsel im Sinne einer Schilddrüsenunterfunktion die Ätiologie der Adipositas aufklären könne, konnte schon RUBNER (zit. in 72) mit den Untersuchungen an zwei 10- und 11jährigen Brüdern widerlegen, wobei natürlich unbestritten bleibt, daß eine echte Hypothyreose durch vermehrtes Mucoid- und Fettgewebe das Bild einer Adipositas hervorruft.

Auch die Vorstellung, daß adipöse Kinder an einem Hypogonadismus leiden, konnte nicht aufrechterhalten werden, denn gemeinsam mit einer rascheren Skelettreifung tritt die Geschlechtsreife bei adipösen Mädchen ein halbes bis ein Jahr früher ein als bei normalgewichtigen, ebenso wie der Pubertätsbeginn bei adipösen Jungen nicht verzögert, sondern auch eher um ein Jahr verfrüht ist. (WOLFF (98), HÜTER (43), REYNOLDS (79) und BRUCH (14))

Die heute möglichen klinisch-diagnostischen Methoden zur Abklärung endokriner Erkrankungen haben gezeigt, daß 98 % aller Fettsuchtsformen keine "Drüsenstörungen" zugrunde liegen (SPRANGER (92)) und Veränderungen in den Testergebnissen wahrscheinlich eher als Folge einer veränderten Stoffwechsellage durch die Adipositas aufzufassen sind, wie z.B. die häufigen Störungen in der Glucosetoleranz. (LIEBERMEISTER (57), GOSSMANN (38), SCHWARZ (88)) Dazu gehören auch die von SCHWARZ, SCRIBA et al. 1966/67 gefundenen im unteren Normbereich liegenden Werte für PBJ und das freie Trijod-

thyronin bei Adipösen (88), der Hyperinsulinismus bei herabgesetzter Insulinempfindlichkeit des Muskel- und Fettgewebes durch Hyperlipazidämie (GRIES et al. (39)) sowie das unterschiedliche Verhalten der Thermogenese adipöser und normalgewichtiger Patienten bei reiner Kohlenhydratzufuhr. (IRSIGLER (44))

Diese Ergebnisse führten zu einer neuen Vorstellung von der Funktion des Fettgewebes, nämlich nicht mehr der des relativ stoffwechselinaktiven Depotorgans, sondern der eines Gewebes mit aktivem und kompliziertem, hormonal gesteuertem Stoffwechsel. (JAHNKE (45))

Damit änderte sich auch die Betrachtungsweise der Adipositas und ihrer Entstehung. JAHNKE ermittelte bestimmte Formen der Fettsucht als metabolisches, endokrin-adaptives Syndrom (46), BAHNER (4) und FANCONI (31) bezeichneten z.B. die Praepubertätsfettsucht als verstärktes physiologisches Geschehen.

Für die kindliche Adipositas sind der Mechanismus des Wachstums, der Größe und der Zahl der Fettzellen, auch in Abhängigkeit von genetischen Faktoren und frühkindlicher Ernährung, weitere wichtige im Augenblick bearbeitete Themen. (Näheres siehe GRIES et al. (39) MAYER (65), VAGUE (95), BRAY (10), SALANS et al. (83), KECKWICK u. PAWAN (54), LIEBELT (55))

II. Schädigungen im zentralen Nervensystem

Die zerebrale Ätiologie der Adipositas wurde von CLAUSER (20) bei 96 klinischen Fällen untersucht. Er konnte den statistisch gesicherten Nachweis erbringen, daß eine frühkindliche Hirnschädigung besonders durch Hypoxydase des noch nicht ausgereiften Gehirns, für die Entwicklung der Adipositas - schon nach der Geburt oder zur Zeit der sexuellen Evolution - bedeutsam ist. In diesen Fällen hatte die Adipositas jedoch die Ausmaße der Fettsucht, war häufig mit neurologischen Dauerschäden, Mißbildungen und allgemeiner Retardierung verbunden, aber nicht Ausdruck einer Drüsenstörung.

Obwohl Kinder mit einer Fettsucht cerebraler Ätiologie wahrscheinlich allein wegen der begleitenden Schäden klinisch überwacht werden, sollten bei fraglichen Fällen von starker Adipositas, besonders wenn sie seit der Geburt besteht, eine genaue Anamnese der Perinatalzeit und ein neurologischer Status samt Encephalogrammen erhoben werden.

Wo im ZNS Schädigungen zu einer Adipositas führen können, hat MAYER bei seinen Arbeiten herausgefunden. Er entdeckte bei seiner Suche nach den Regulationsmechanismen der Kalorienzufuhr in den ventro-medialen Kernen des Hypothalamus ein "satiety-center", das mit den lateralen Kernen, dem "feeding-center", sowie den Vagus-Kernen und der Cortex in enger Verbindung steht. So wurde es erklärlich, daß zerebrale Schädigungen das feine Wechselspiel zwischen Nahrungstrieb, Sättigungsgefühl, Hunger und Bewegungsdrang stören und damit über

eine positive Energiebilanz die Adipositas bewirken. (MAYER (63), (67, Kap. I), BURTON (17))

III. Konstitutionelle Vorbedingungen und die Möglichkeit ihrer anthropometrischen Erfassung

Hat die Konstitution eines Individuums eine wesentliche Bedeutung für die Entwicklung der Adipositas?

Hier ist auf KRETSCHMERS Schriften (53) hinzuweisen, die u.a. die größere Neigung der Pykniker zum Fettansatz beschreiben. Wissenschaftler in den USA arbeiteten in den letzten Jahrzehnten diesen Gedanken weiter aus, bes. **MAYER** und **SELTZER** (89) (91). Sie analysierten 1964 somatotypische Daten einer Gruppe adipöser Mädchen mit der Fragestellung: unterscheiden sich Adipöse und Nicht-Adipöse außer in der Ausprägung des Fettgewebes noch in anderen morphologischen Eigenschaften?

Dabei fanden sie, daß Endomorphie und Mesomorphie (entspricht nach der Sheldon'schen Typenlehre dem pyknischen und athletischen Habitus **KRETSCHMERS**) bei den Adipösen viel häufiger und in stärkerem Ausmaß, Ektomorphie (leptosomer Habitus) dagegen seltener vertreten war als in einer normalgewichtigen Vergleichsgruppe. Somit ist die erste Voraussetzung für die Entwicklung der Adipositas - unter normalen Ernährungsbedingungen - eine physische mit einem wenigstens mittelgradigen Anteil endomorpher Charakteristika; und eine hohe mesomorphe Kom-

ponente weist ebenfalls auf eine spezielle Affinität zur Fettanlagerung hin.

Der Körperbau eines Menschen wird mit Hilfe der Anthropometrie bestimmt. Zu den Arbeitsmethoden der Anthropometrie gehören:

1. Die konstitutionelle Beurteilung eines Menschen mit der Typenschaudiagnose nach dem HÖHNE-Schema, das z.B. bei der Untersuchung der deutschen Nachkriegskinder 1952 von COERPER, HAGEN und THOMAE zur Klassifizierung: athletisch, pyknisch, leptosom angewandt wurde (21, S. 65 ff.).
2. Die photographische Methode zum gleichen Zweck, wobei statische Bilder von der Vorderseite, dem Profil und von der Rückenseite gemacht werden.
(COERPER et al. (21), TAYLOR u. BEHNKE (94))
3. Die Bestimmung verschiedener Höhen, Körperumfänge und -durchmesser, wozu häufig noch das Schema von MARTIN (61) als Grundlage dient und durch zusätzliche Messungen erweitert werden kann.

Es ist besonders das Verdienst von BEHNKE, durch mathematische und statistische Bearbeitung einzelner, äußerlich meßbarer anthropometrischer Daten vereinheitlichende Prinzipien gefunden zu haben, die vergleichende Analysen und grobe Schätzungen der Körperzusammensetzung erlauben. Ein solches Prinzip ist z.B. die Entsprechung des Produkts von Körperumfängen und Körpergröße einerseits und dem Körpergewicht anderer-

seits, ein anderes die Beziehung zwischen Körperdiametern und dem Lean Body Weight (LBW = Gewicht minus Depotfett). Die Aufstellung der Formeln beruht auf der Annahme, daß das Gewicht proportional ist dem Produkt von Höhe und der zweiten Potenz der Summe einer Reihe von anthropometrischen Daten, die zu Radien eines Zylinders transformiert werden. ($W = \pi R^2 h$) (BEHNKE (6), (7), (8), (9), HECHTER (42), CHURCHILL (19))

Wegen der guten Korrelation der Ergebnisse dieser schnell ausführbaren äußeren Messungen mit solchen aus exakten Laborforschungen, z.B. der Gesamtkörperwasser- und Dichtebestimmung ($r = 0,9$), Messungen des basalen Metabolismus z.B. der Kreatininausscheidung (MILLER (69), NOVAK (74)), des austauschbaren Kaliums (^{42}K) und Röntgenuntersuchungen können sie als wissenschaftlich fundierte Methode angewandt werden (BEHNKE (8), v. DÖBLEN (23)), entweder in großem Rahmen zu vergleichenden Untersuchungen des Knochenbaus und des Fettgehalts verschiedener Populationen oder in bestimmten Zeitabständen zur Verfolgung des Akzelerationsphänomens, aber auch beim einzelnen Kind zur Beobachtung seiner Wachstums- und Reifungsgeschwindigkeit oder zur analysierenden Betrachtung seines Körpergewichts im Längsschnitt.

4. Dickenmessung des Unterhautfettgewebes

Diese erst in den letzten Jahren in das Programm der anthropometrischen Standarduntersuchungen aufgenommene Methode dient

der Bestimmung der Dicke des subcutanen Fettpolsters und indirekt auch der des Gesamtkörperfetts, da das Depotfett unter der Haut ca. 50 % des gesamten Körperfetts ausmacht (BROZEK et al. (13), SELTZER u. MAYER (90)) und enge und einfache Beziehungen zum Körpergewicht aufweist.

Die Schätzung des Körperfetts als Index für die Adipositas aus dem Ergebnis der Hautfettfalten (HFF) - Dickenmessung ist schon recht genau, verglichen mit der exakten Bestimmung durch Errechnung des Gesamtkörperwassers ($r = 0,82$, S.D. = 5,8), genauer als die Schätzung aus den Gewicht/Größe-Indices und wird weiter verbessert durch Kombination der Werte mit anderen Körpermaßen wie Oberfläche, Gewicht und Länge. -(s. Fußnote) (EDWARDS u. WHYTE (28), FLETCHER (32), DURNIN (25), CROOK et al. (22))

BAUEREISEN und PAERISCH (5) beschrieben 1953 eine elektrische Methode, die auf der Auslotung des Widerstandssprunges zwischen Fett- und Muskelgewebe beim langsamen Vorschieben einer Elektrode durch die Haut hindurch beruhte. Auch Ultraschall und Röntgenstrahlen wurden zur Ausmessung des subcuta-

Gewicht/ h^3	: $r = 0,76$	S.D. = 6,6
Gewicht/ h^2	: $r = 0,79$	S.D. = 6,2
HFF x Oberfläche	: $r = 0,84$	S.D. = 5,5
HFF x Gewicht	: $r = 0,86$	S.D. = 5,3
HFF x h^3	: $r = 0,85$	S.D. = 5,2

aus EDWARDS u. WHYTE (28)

nen Fettgewebes angewandt.

Inzwischen hat sich - dank seiner technischen Weiterentwicklung und leichten Anwendbarkeit - der Tasterzirkel = Caliper zur Dickenmessung einer Haut-Fett-Falte durchgesetzt. (EDWARDS (26), EDWARDS u. WHYTE (28), FLETCHER (32), TANNER u. WHITEHOUSE (93), BROZEK et al. (13), NOVAK (74), CROOK et al. (22), MAASER (58), WIRTHS (97))

Die Korrelationen zwischen der Dicke des subcutanen Fettgewebes, die auf diese Art gemessen worden war, und der, die durch Röntgenstrahlen bestimmt wurde, hatten einen recht guten Wert. ($r = 0,88$ nach GARNIT. in (95) S. 363, $r = 0,85 - 0,9$ nach TANNER u. WHITEHOUSE (93))

Nachdem die Messungen zunächst an vielen Körperstellen durchgeführt wurden (von LAUTER u. TERHEDEBRÜGGE zit. in (2) sowie EDWARDS (26) an 53, von FLETCHER (32) an 9, später von EDWARDS und WHYTE (28) an 3 Punkten), empfiehlt heute das Committee on Nutritional Anthropometry of the National Research Council die Haut-Fett-Falten über dem M. triceps und am unteren Scapulawinkel als verlässliche Indices für die Gesamtfettmasse eines Individuums (BROZEK (12)).

Zur weiteren Vereinheitlichung der Meßmethode wurden genaue Bedingungen für die Herstellung und Bedienung der Caliper aufgestellt und diese selbst in großen Serien getestet, so z.B. der "HARPENDEN CALIPER" im Auftrag des Medical Research Council (Great Britain)

durch EDWARDS, HAMMOND, HEALY, TANNER und WHITEHOUSE 1955 (27). TANNER und WHITEHOUSE veröffentlichten daraufhin 1962 eine Untersuchung über die Dicke der HFF bei englischen Kindern zwischen fünf und sechzehn Jahren (93), aber erst 1972 erschienen in der BRD die ersten Anwendungsergebnisse durch MAASER, STOLLEY und DROESE (59).

Da die anthropometrischen Verfahren in der Praxis leicht durchzuführen sind, bieten sie eine gute Möglichkeit, Fettleibigkeit in ihrem Ausmaß und ihren Besonderheiten zu erkennen und zu beschreiben.

IV. Die Bedeutung der Erbanlagen für die Entstehung der Adipositas

Eng mit der Konstitution als Grundlage der Adipositas ist die Vererbbarkeit dieser Anlage verbunden.

BAUER (Wien 1945), RONY (Chicago 1940), IVERSEN, 1953, GURNEY, 1936, (sämtlich zit. in (65)), ELLIS u. TALLERMANN (29), BAHNER (4) u.a.m. durchforschten die Familien dicker Kinder auf die Häufigkeit dieses Merkmals und auf das Geschlechtsverhältnis der Nachkommenschaft hin (ANGEL, zit. in 65), verglichen Zwillingspaare (v. VERSCHUER, NEWMAN, zit. in 65), adoptierte und natürliche Kinder mit ihren Eltern (WITHERS, zit. in 65) und untersuchten die Vererbbarkeit verschiedener Konstitutionskomponenten. (SELTZER u. MAYER (89))

Nach MAYER kann man zusammenfassend sagen, daß bei einem adipösen Elternteil wahrscheinlich 41 % der Kinder adipös werden, sind beide Eltern fettleibig, schon bis zu 73 %. Häufiger ist nur die Mutter dick. (DUNLOP u. LYON zit. in (65), ELLIS u. TALLERMAN (29), BAHNER (4)) Sind beide Eltern schlank, ist nur bei 9 % der Kinder mit dem Auftreten der Adipositas zu rechnen.

ANGEL konnte 1949 nach seinen Untersuchungen über das Geschlechtsverhältnis in der Nachkommenschaft verschieden gestalteter Elternpaare die Vermutung äußern, daß es beim Menschen mehrere Gene gibt, die für die Ausbildung der Adipositas verantwortlich sind, u.a. ein ge-

schlechtsgebundenes, rezissives, letales Gen. Bei Tieren, bes. bei fettsüchtigen Mäusen, zeigte MAYER eindeutig vererbhbare Enzymdefekte auf.

Daß die Gewichte auch beim Menschen trotz ihrer Variabilität unter verschiedenen Umweltbedingungen durch genetische Faktoren kontrolliert werden, bewies die Zwillingsforschung, die eine hohe Korrelation der Gewichte eineiiger Zwillinge von $r = 0,973$ ergab, die nur noch von der Körpergröße mit $r = 0,981$ übertroffen wurde. (NEWMAN, v. VERSCHUER) Und vergleichende Studien über die Korrelationen von Übergewicht bei adoptierten und natürlichen Kindern mit dem Gewicht der Eltern überzeugten davon, daß bei gleicher Umwelt der genetische Code deutlich wirksam bleibt. (WITHERS)

Aus diesem Grund sollte bei Kindern in der Familienanamnese nach dem "Merkmal Adipositas" gefragt werden, damit man rechtzeitig präventive Maßnahmen, sei es in Form der Ermunterung zum Sport oder der Einführung bestimmter Eßgewohnheiten, einleiten kann.

V. Soziale, familiäre und psychologische Aspekte

Die sozialen, familiären und psychologischen Hintergründe, die als Umweltfaktoren zur Auslösung der Fettleibigkeit bei Kindern und Jugendlichen beitragen können, sind gerade in den letzten Jahrzehnten genauer durchleuchtet worden. Sie werden als mögliche Ursachen für eine Polyphagie umso bedeutsamer, als nach

BAHNER (3) der Mensch nur einen schwachen, aus dem Stoffwechsel kommenden Nahrungsdrang besitzt, "der nur ungenau auf eine dem Bedarf entsprechende Calorienmenge hinzielt", sondern mehr durch individuelle und soziale Erfahrungen bestimmt wird.

Essgewohnheiten nationaler, religiöser und familiärer Art, ein höherer Anteil der Nahrung an Kohlenhydraten in sozial ärmeren Schichten, Zugänglichkeit der Nahrung und der Anreiz, sich bestimmte Genußmittel zu verschaffen, sind Faktoren, die bei jedem adipösen Kind und Jugendlichen besonders im Hinblick auf eine effektive Therapie berücksichtigt werden müssen. (BURTON (17), SAVAGE (84), MAYER (65))

Oftmals findet man auch als Ursache der kindlichen Adipositas eine ungenügende Aufklärung der Mutter über die normale Entwicklung des Kindes und seine Bedürfnisse (NITSCH u. KARG (73)), die Gründe können aber viel tiefer liegen, nämlich in einer ambivalenten Mutter-Kind-Beziehung mit kompensatorischer Überfütterung des Kindes durch die Mutter oder einem vermehrten Verlangen nach Essen aus Liebesmangel von seiten des Kindes, in einer zu engen Bindung des Kindes an die Familie und in Frustrationserlebnissen. (BRUCH (16), BURTON (18), SAVAGE (84), CLAUSER (20), MAYER (66))

Bei Erkennung dieser Ursachen ist eine intensive Beratung der Eltern, evtl. auch eine Psychotherapie der Eltern und des Kindes, kombiniert mit einem Gymnastikprogramm und einer Diät durchzuführen, um seelische Spannungen, Passivität und mögliche Diskriminierung durch die Umwelt des Kindes zu beseitigen. (SCHMALZ u. Mitarbeiter (86))

VI. Störungen der Energiebilanz durch erhöhte Kalorienzufuhr und ungenügende -abgabe

Eine Ernährungs- und Sportanamnese wird gerade bei Adoleszenten schon oft eine Erklärung für ihre Adipositas bringen können, da sie die Gründe der positiven Energiebilanz erhellt.

Die kalorischen Erfordernisse vieler Menschen werden durch die Mechanisierung der Umwelt immer niedriger, ohne daß sie mit weniger Nahrungsaufnahme korrespondieren (BURTON (18)), vielmehr wird das Nahrungsangebot immer reichhaltiger, leichter erwerbbar und anziehender gestaltet. Der Verzehr an unsichtbarem Fett in Käse, Wurst, Back- und Süßwaren (bis zu 70 g / die, RITTER (80)) sowie der Zuckerverbrauch pro Kopf der Bevölkerung ist in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen, wobei der Zucker wegen seines relativ geringen Sättigungswertes großenteils zusätzlich genossen wird und so zu kalorischer Überernährung = Mast führt. (KAPP, RITZEL u. BANSI (50)) Obwohl seit 1882 die Zahl der Schwerstarbeiter von 14 % auf 1 % sank, kletterte der tägliche Kalorienverbrauch in der BRD von 2700 auf 3000 kcal. (LIEBERMEISTER (56))

Dieser Problemkreis mit seinen Auswirkungen auf den Ernährungszustand der Kinder und Adoleszenten ist gerade von OSTER im Raum Nürnberg (75), vom Max-Planck-Institut für Ernährungsphysiologie, Dortmund, und vom Forschungsinstitut für Kinderernährung, Dortmund, an Schülern von Volks-, Mittel- und Oberschulen näher bearbeitet worden (WIRTHS (97), MAASER (58)).

Die andere Seite des Energiesystems, die der Energieabgabe, wurde bei Adipösen besonders in den USA von MAYER (66) (64), JOKL (48) und BROZEK et al. (13) analysiert, wobei sie herausfanden, daß

1. sitzende Tätigkeiten eine stärkere Depotfettbildung zur Folge haben
2. körperliches Training in 4,5 Monaten zu einer Abnahme des überschüssigen Fetts von 25 % des Körpergewichts auf 10 % führen kann
3. die übergewichtigen, fetten Mädchen zwar stark, aber wenig ausdauernd sind
4. der körperliche Einsatz der adipösen Mädchen, auch wenn sie sich am Sport beteiligen, sehr viel geringer ist als bei ihren schlanken Altersgenossinnen, was der Feststellung RONY'S entspricht, daß die Impulse für körperliche Anstrengungen mit steigendem Gewicht weniger werden. (RONY (81), Fr. v. MÜLLER (72))

Dieser Gesichtspunkt der unterschiedlichen Aktivität von schlanken und adipösen Jugendlichen soll in dieser Arbeit auch noch einmal aufgegriffen werden, während auf eine Ernährungsanamnese und -analyse verzichtet werden mußte.

Nun sind verschiedene Faktoren, die zur Adipositas führen können, kurz erwähnt worden. Allen gemeinsam ist, daß, wenn nicht eine der seltenen endokrinen oder hereditären Erkrankungen vorliegt, der Konstitutionstypus die physiologische Voraussetzung für die Entwicklung der Fettleibigkeit darstellt. Bei den dafür so günstigen Bedingungen der modernen Industriegesellschaft in Europa und Nordamerika und der Tatsache, daß, je kürzer die Dauer und je geringer der Grad der Adipositas war, die Chance der Gewichtsreduktion zunimmt, ist eine Vorbeugung in ihren frühen Stadien von großer Wichtigkeit.

Da jedoch als Maßstab für den Fettansatz in der deutschen Medizin fast ausschließlich das Körpergewicht dient, dieses aber auch durch breiten Knochenbau oder stark entwickelte Muskulatur erhöht sein kann, durch Gewebe also, die während des Wachstums dauernd Änderungen unterworfen sind (RYNEARSON u. GASTINEAU (82)), ist eine Gewichtstabelle, die sich bei Kindern entweder auf das Alter oder die Körpergröße bezieht oder im Somatogramm schon beide Faktoren vereint (MANSFELD (60)), im Einzelfall oft unzureichend.(v. DÖBELN (23))

So werden für epidemiologische und vergleichende Untersuchungen allgemein anerkannte Standardwerke mit Daten zur Erfassung des Konstitutionstypus, der normalen günstigen Dicken der Fettpolster und eines daraus abgeleiteten Idealgewichts für beide Geschlechter und die verschiedenen Stadien des Wachstums und der Reifung bei Jugendlichen gefordert.(GOSSMANN (38),

BURTON (18))

Deshalb soll es das Ziel dieser Arbeit sein,

1. die Einflüsse zu beobachten, die die erblich bedingte Körpergestalt, die Entwicklung, Krankheiten und unterschiedliche körperliche Aktivität auf die Gesamtkonstitution eines Adoleszenten nehmen (die Ernährungssituation konnte nicht mit berücksichtigt werden)
2. den Wert der Bestimmungsmöglichkeit des Körperbautyps, des Lean Body Weight und der Dicke des subcutanen Fettgewebes durch äußere, einfache Messungen in der Praxis auszunutzen, daraus Körpergewichte zu schätzen, die für die verschiedenen Alter und Geschlechter als normal angesehen werden können, und die Möglichkeiten bei der Erkennung und Definition der Adipositas bei Jugendlichen zu erweitern.

E Durchführung der Arbeit

I. Personenkreis

Die Untersuchungen fanden 1970 in zwei etwa gleich großen Mittelstädten der BRD mit ca. 50.000 Einwohnern statt (Bocholt, Westmünsterland und Siegen im südlichen Westfalen). Es waren städtische Oberschulen, in denen insgesamt 229 Mädchen und 246 Jungen im Alter von 10 - 19 Jahren untersucht wurden.

Anzahl der Jungen n	Alter (J)	Anzahl der Mädchen n
23	10	9
25	11	30
36	12	52
42	13	47
37	14	31
25	15	20
17	16	17
16	17	14
13	18	9
12	19	

Tab. 1: Anzahl und Alter der untersuchten Jungen und Mädchen

Diese Oberschüler spiegelten aus sozial-ökonomischer Sicht zwar keinen repräsentativen, aber doch relativ breiten Bevölkerungsquerschnitt wider (die Berufe der Eltern wurden in den ausgeteilten Fragebögen eingetragen), in dem die sozial gehobeneren Schichten stärker vertreten waren.

Die Genehmigung zur Untersuchung gaben die Eltern, indem sie die Fragebögen, die ein bis

zwei Tage vorher mit einigen Erläuterungen in den Klassen verteilt wurden, ausfüllten und wieder an die Schule zurückgaben. Diesen Fragebögen war ein Begleitschreiben beigelegt, in dem um Verständnis für und Mitarbeit an dieser Arbeit "über den Ernährungszustand unserer Jugend" gebeten wurde.

Dank der Unterstützung durch das Lehrerkollegium war die Rate der Zustimmungsverweigerungen verschwindend klein (0,6 %).

Die Nachuntersuchung von 47 Kindern erfolgte 1972 in Siegen.

II. Inhalt der Fragebögen

Die Fragen betrafen

- A das zu untersuchende Kind selbst im Hinblick auf Geburtsdaten, Art und Dauer von Krankheiten und die sportliche Betätigung
- B die Familie des Kindes, nämlich Kinderzahl, Alter, Beruf und Körpergestalt der einzelnen Familienmitglieder

F R A G E B O G E N

A Fragen zum Kind

Klasse: Alter (in Jahren):

Zuname: Vorname:

Geburtsdatum:

Geburtsgewicht:

Geburtslänge:

Erkrankungen des Kindes

- 1) besonders häufige:
- 2) besonders schwere
 - a) welche:
 - b) wann (Jahr):
 - c) wie lange:

Sportliche Betätigung

- 1) durchschnittliche Turnzensur:
- 2) Mitglied im Sportverein: ja / nein
- 3) in der Freizeit ausgeübter Sport:

B Fragen zur Familie

Zahl der Kinder: Mädchen: Jungen:

Alter +Körpergestalt Beruf

Vater

Mutter

1.Kind

2.Kind

3.Kind

4.Kind

5.Kind

+Körpergestalt: 1 = mager
2 = schlank
3 = kräftig-muskulös
4 = etwas dick (vollschlank)
5 = sehr dick (korpulent)

III. Die Messungen

Die Kinder erschienen meist zu dritt im Untersuchungsraum, und während sie - die jüngeren Mädchen und die Jungen mit der Unterhose, die älteren Mädchen mit Unterhose und BH bekleidet, nebeneinander standen, war die Möglichkeit gegeben, die eigene Beurteilung ihres Phaenotyps auf dem Untersuchungsbogen zu vermerken. (z.B. eindeutige Ausprägungen des leptosomen, athletischen od. pyknischen Typs, Magerkeit oder auf den ersten Blick feststellbare Fett-leibigkeit). Diese Beurteilung konnte man später mit den Angaben des untersuchten Kindes oder seiner Familie in den Fragebögen vergleichen und letztere evtl. korrigieren. Außerdem wurden auffällige körperliche Veränderungen und Art der Fettverteilung (z.B. Stammfett-sucht, harmonische Fettverteilung, Gynäkomastie, Gürteltyp) notiert.

Zu dem Spektrum des gesamten Untersuchungsab-lauf gehörten:

1. die Bestimmung des Körpergewichts

(Angabe in kg mit der 1. Dezimale = 100 g)
Die Waagen waren Instrumente des Gesund-heitsamtes bzw. des städt. Krankenhauses.

2. die Bestimmung der Körpergröße

(Angabe in cm mit der 1. Dezimale = 1 mm)
mit dem KA-WE Personen Meßgerät 4444, des-sen einer Schenkel der Wand anliegt und des-sen anderer, senkrecht dazu, so einge-stellt werden kann, daß er dem Scheitel-

punkt des Kindes aufliegt. (MANSFELD (60))

3. Ausmessen der Haut-Fett-Falten

- a) der subscapulären am unteren Winkel der linken Skapula.

Dabei wird die Falte, entsprechend dem natürlichen Hautrelief, in einem Winkel von ca. $30 - 45^{\circ}$ zur Wirbelsäule aufgenommen. Die Arme hängen locker seitlich am Körper herab.

- b) über dem Musc. triceps am linken Oberarm in der Mitte zwischen dem Acromion und dem Radiuskopf in einer Linie, die durch die Richtung des Olecranon vorgegeben ist. Auch dabei hängt der Arm entspannt herab.

Diese Messungen wurden mit dem "HARPENDING SKINFOLD CALIPER" durchgeführt, der von TANNER u. WHITEHOUSE (1955) nach gründlicher Testung als sehr genaues Instrument vorgestellt wurde.

Die beiden Backen des Calipers sind rechteckig und haben je eine Fläche von 90 mm^2 , mit denen sie auf die von ihnen erfaßte Haut-Fett-Falte im Bereich einer Dicke von $2 - 40 \text{ mm}$ einen konstanten Druck von 10 g/mm^2 ausüben sollen (nach internationaler Vereinbarung).

Man hebt zunächst die Haut-Fett-Falte mit dem Daumen und Zeigefinger der linken Hand fest von der Unterlage ab, hält sie die ganze Zeit der Messung über fest und setzt den Caliper ungefähr 1 cm tiefer an, so daß er an dieser

Stelle ganz allein den Druck auf die Falte ausübt. Ihre Dicke kann man daraufhin bis auf 0,1 mm genau auf der Skala ablesen.

Diese Messungen wurden im Abstand von ca. drei Min. bei jedem Kind dreimal durchgeführt in der Annahme, daß sich das Fettgewebe in dieser Zeit wieder erholt habe.

- (1. Runde der Hautfaltenmessung,
Bestimmung der Diameter und des Armumfangs
2. Runde der Hautfaltenmessung, Längen-
u. Gewichtsbestimmung
3. Runde der Hautfaltenmessung)
4. Das Ausmessen des linken Armumfangs erfolgte in der Höhe der vorher bestimmten Haut-Fett-Falten-Dicke bei herabhängendem Arm mit einem Plastikbandmaß.
(Angabe in cm mit der 1. Dezimale = 1 mm)
5. Der epigastrische Winkel wurde mit einem Winkelmesser aus Stahl in Grad abgelesen. Seine Schenkel sind frei beweglich und lassen sich gut von einer kleineren Winkeleinstellung aus bis zum Anschlag an die Rippen öffnen (evtl. bei extremer Inspiration). Der endgültige Wert wurde in Expirationsstellung bestimmt.
6. Die Größen der Diameter wurden mit einem gynaekologischen Beckenzirkel gemessen (Angabe in cm). Sein Vorteil war, daß man sich mit seinen kleinen runden Knopfenden auch durch dickeres Unterhautfettgewebe hindurch den Knochenpunkten gut nähern konnte.

- a) Der b i a c r o m i a l e D i a -
m e t e r wurde beim stehenden Kind von
vorn gemessen, während die Arme herabhin-
gen,
- b) die T h o r a x b r e i t e in Höhe
der Mamillen bei Expirationsstellung des
Brustkorbs.
- c) Die Bestimmung des b i t r o c h a n t e r i -
s c h e n D i a m e t e r s erfolgte,
indem sich der Untersucher setzte und sich
das Kind mit geschlossenen Füßen vor ihm auf-
stellte. Sie war allerdings bei Mädchen mit
besonders starker Fettanlagerung an den Ober-
schenkeln oft schwierig. Ließ man die Schüle-
rin das Bein im Hüftgelenk nach vorn und hin-
ten bewegen, konnte man den Knochenvorsprung
tastend besser lokalisieren und durch stär-
keren Druck auf die Arme des Meßzirkels die
Größe dieses Diameters doch annäherend fest-
stellen.

U N T E R S U C H U N G S B O G E N

Geschlecht:	Alter:
Untersuchungsdatum:	Klasse:
Vorname:	Zuname:

W E R T E

Geburtsgewicht:	Geburtslänge:
Einschulungsgewicht:	Einschulungslänge
Gewicht mit Jahren:	Länge mit Jahren:
jetziges Gewicht:	jetzige Länge:

subscapular skinfold (mm):

triceps skinfold (mm):

Brachialumfang (cm):

epigastrischer Winkel (Grad):

biacromialer Diameter (cm):

Thoraxbreite (cm):

bitrochant. Diameter (cm):

Typ:

Besonderheiten in der Fettverteilung:

körperliche Auffälligkeiten:

IV. Art der Auswertung der Daten

1. Aus den drei Werten der Haut-Fettfalten-Messung wurde das arithmetische Mittel errechnet und wurden "Ausreißer" eliminiert.
2. Die Bestimmung des Armumfangs und der Dicke des subcutanen Fettpolsters am linken Oberarm erlaubten, dort ein Verhältnis von Fett zu Muskel auszurechnen, und zwar nach den Angaben von VAGUE (95).

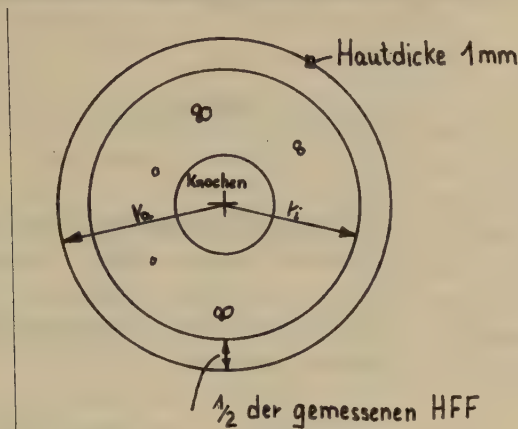
Dabei wurde der Gesamtquerschnitt des Oberarms berechnet $= \pi r_a^2$ (r_a = äußerer Radius) und von ihm eine innere Kreisfläche mit dem Inhalt πr_i^2 abgezogen (r_i = innerer Radius $= r_a - 1/2$ gemessene Haut-Fett-Falte). Diese Differenz gibt den flächenmäßigen Anteil des subcutanen Fettpolsters an. In einer einfachen Form sieht die Gleichung so aus:

$$\frac{\text{Fett}}{\text{Muskel}} = \frac{\pi r_a^2 - \pi r_i^2}{\pi r_i^2}$$

Nun haben Pathologen festgestellt, daß ungefähr $1/5$ des subcutanen Fetts subaponeurotisch abgelagert ist ($\frac{\pi r_a^2 - \pi r_i^2}{5}$). Dieser Wert wird im Zähler (Fettanteil) also addiert, im Nenner (Muskelanteil) subtrahiert. Zusätzlich wird der innere Kreisquerschnitt um $1/10$ seiner Fläche verringert ($\frac{\pi r_i^2}{10}$) da dieser Wert den Anteil von Knochen und neurovaskulären Elementen darstellt.

Für die Rechnung sind die gemessenen Haut-Fett-Falten-Dicken um 1 mm eigentliche Haut-

dicke ohne Unterhautfettgewebe zu korrigieren. (BAHNER (2), FRANCOIS. (33))



Die endgültige Formel zur Berechnung des Fett-Muskel-Verhältnisses am Arm lautet also:

$$\frac{\text{Fett}}{\text{Muskel}} = \frac{\pi r_a^2 - \pi r_i^2 + \frac{\pi r_a^2 - \pi r_i^2}{5}}{\pi r_i^2 - \frac{\pi r_a^2 - \pi r_i^2}{5} - \frac{\pi r_i^2}{10}}$$

3. Für jedes Kind wurde ein Lean Body Weight (LBW) berechnet, das nach BEHNKE das Körpergewicht abzüglich des subcutanen Depotfetts darstellt. Es wurde aus der Körpergröße, dem bitrochanterischen und biacromialen Diameter sowie der Thoraxbreite bestimmt.

Bei dieser Berechnung wird jeder Diameter durch eine Konversionskonstante k in sein Gewichtsäquivalent d umgeformt.

$$d = \frac{\text{Diameter (cm)}}{k}$$

$$D = \frac{\text{biacromialer Diam.} + \text{bitrochanterischer D.} + \text{Thoraxbreite}}{k_1 + k_2 + k_3}$$

$$D = \frac{\sum \text{Diameter}}{\sum k}$$

Die Summe der Konversionskonstanten beträgt für die Jungen 18,28, für die Mädchen 17,93.

Die Formel zur Berechnung des Lean Body Weight lautet:

$$\begin{aligned} (\text{♂}) \text{ LBW} &= D^2 \times \text{Länge}^{0,7} \text{ (dm)} \times 0,263 \\ (\text{♀}) \text{ LBW} &= D^2 \times \text{Länge}^{0,7} \text{ (dm)} \times 0,255 \end{aligned}$$

4. Um einen Zahlenwert für den Fettgehalt des Körpers zu erhalten, wurde die Differenz zwischen dem aktuellen Gewicht des Kindes und dem errechneten LBW bestimmt und in Prozent vom Gewicht ausgedrückt (D):

$$D (\%) = \frac{\text{Gewicht} - \text{LBW}}{\text{Gewicht}} \times 100$$

5. Der "Sportwert" wurde aus den Antworten im Fragebogen ermittelt und konnte zwischen maximal 10 Punkten und minimal einem Punkt liegen, wobei die Ungenauigkeit dieser Angaben von vornherein klar war.

Er wurde als Summe von a, b und c berechnet:

- a) Turnzensur: 1 = 4 Punkte
- 2 = 3 Punkte
- 3 = 2 Punkte
- 4 = 1 Punkt
- 5 = 0 Punkte

b) aktive Mitgliedschaft in einem Sport-
verein: ja = 2 Punkte
nein = 0 Punkte

c) in der Freizeit ausgeübter Sport:
sehr aktiv = 4 Punkte (z.B. Handball,
Leichtathletik)
aktiv = 3 Punkte (z.B. Reiten,
Tennis)
leichter Freizeitsport = 2 Punkte
(z.B. Schwimmen,
Rollschuhlaufen)
gar keiner = 1 Punkt

6. Von allen gemessenen und errechneten Werten wurden, bei Mädchen und Jungen getrennt, die Jahrgangsmittelwerte mit den Toleranzintervallen von 50, 80 und 95 %, die Standardabweichungen und Streuungen des Mittelwertes durch einen Computer der Zentralen Rechenanlage der Universität Marburg nach FORTRAN berechnet. Dabei wurden die extremen Werte z.T. im Chauvenet-Verfahren eliminiert.
7. Die Korrelationskoeffizienten zwischen den verschiedenen Werten wurden als Produkt-Moment-Korrelation nach BRAVAIS-PEARSON bestimmt und mit ihren Konfidenzintervallen angegeben.
8. Unterschiede der verschiedenen Merkmale zwischen Gruppen adipöser und nicht adipöser Kinder wurden mit dem Chi-Quadrat-Test und t-Test nach Student auf ihre Signifikanz geprüft.

F

Darstellung und Auswertung der Daten aller Jungen und Mädchen

Zunächst sollen die Daten aller untersuchten Jungen und Mädchen dargestellt werden, um

1. einen Einblick in ihre Größenordnungen bei beiden Geschlechtern und in den verschiedenen Altersstufen zu bekommen
2. diese Normalwerte mit Ergebnissen anderer Untersuchungsreihen vergleichen zu können und um
3. die Möglichkeit zu erhalten, adipöse Jugendliche an der Überschreitung bestimmter Normalbereiche zu erkennen und sie in verschiedenen Merkmalen mit den schlanken zu vergleichen.

So werden im folgenden Abschnitt die Körperlänge, das Gewicht und Lean Body Weight (LBW), der Fettgewebsanteil D (= Gewicht minus LBW in Prozent vom Gewicht), der Armumfang und das Fett-Muskelverhältnis am linken Oberarm, die Hautfettfaldendicke über dem Musc. triceps und subscapulär sowie die drei Körperdiameter in Abhängigkeit vom Alter oder der Körpergröße bei männlichen und weiblichen Adolescenten beschrieben.

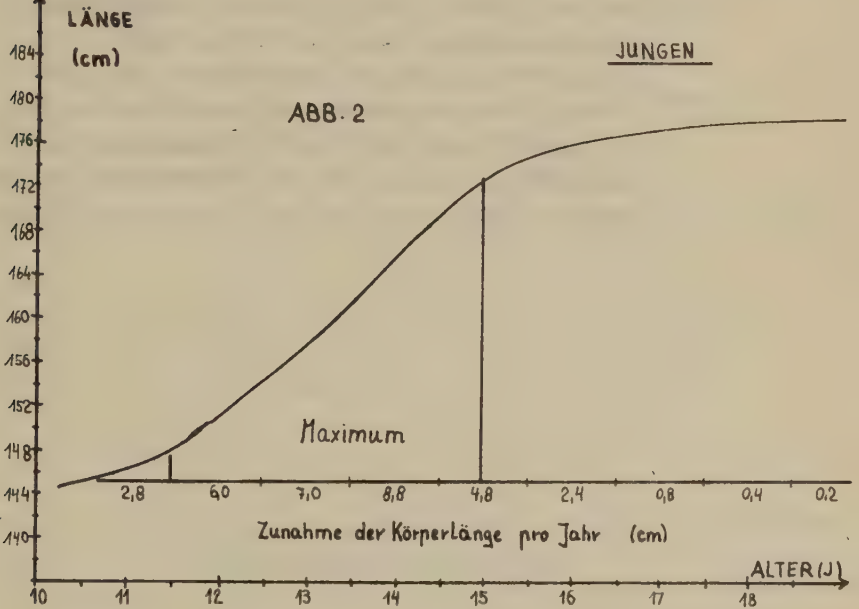
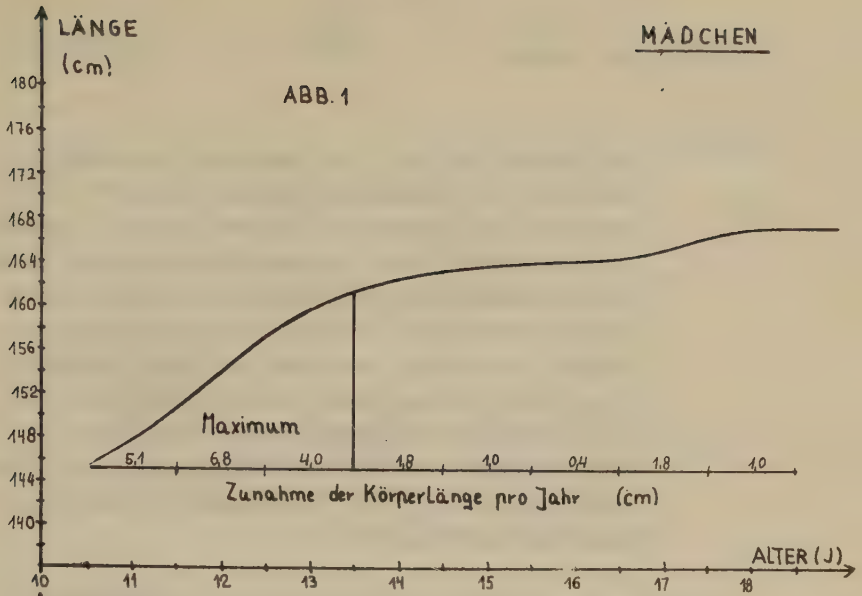


Abb. 1: Zunahme der Körperlänge bei Mädchen im Alter von 10 bis 18 Jahren

Abb. 2: Zunahme der Körperlänge bei Jungen im Alter von 10 bis 13 Jahren

I. Die Länge

Die Kurve (Abb. 1), die das mittlere Längenwachstum bei Mädchen zwischen 10 und 18 Jahren anzeigt, beginnt mit einem steilen Anstieg bis zum Beginn des 14. Lebensjahres. Die jährliche Zunahme der Körperlänge beträgt in diesem Zeitraum 5,4, 6,8 und 4,0 cm. Danach verringert sie sich, erreicht bei den 17jährigen noch einmal einen etwas höheren Wert von 1,8 cm/J und läßt die Kurve schließlich in einen fast waagerechten Verlauf einbiegen. Ihre Höhe entspricht dann einer durchschnittlichen Körpergröße von ca. 167 cm.

Bei den Jungen (Abb. 2) liegt das Maximum des Längenwachstums etwa zwei Jahre später zwischen dem 12. und 15. Lebensjahr. Die jährliche Größenzunahme hat höhere Werte von 6,0, 7,0 und 8,8 cm. Erst im 19. Lebensjahr geht sie gegen null und läßt die Kurve damit waagrecht in einer Höhe von ca. 178 cm verlaufen.

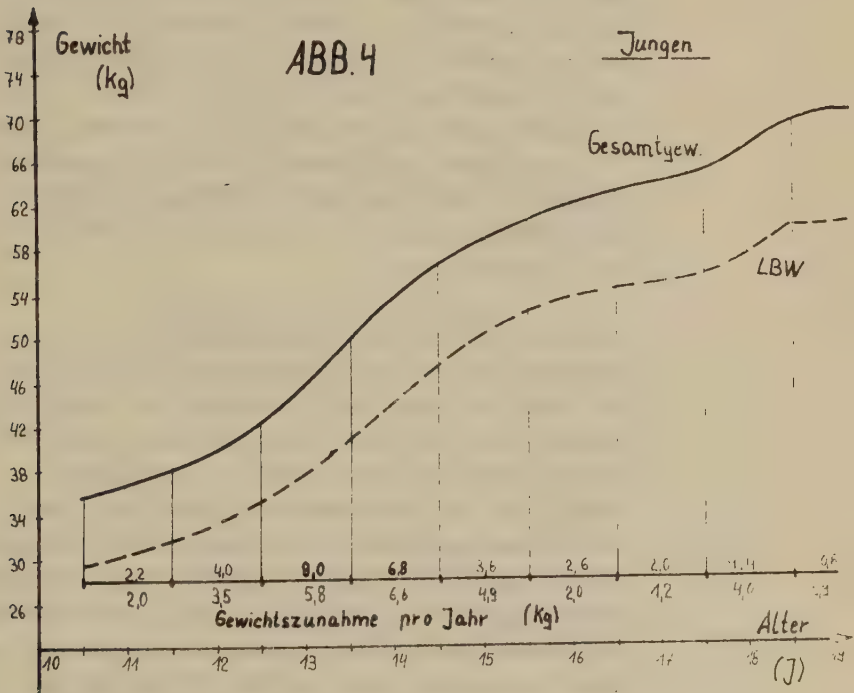
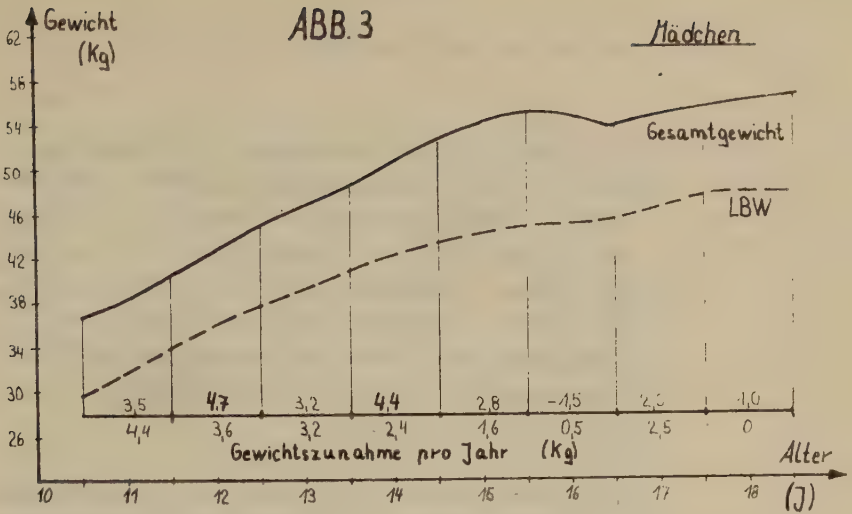


Abb. 3: Zunahme des Gesamtkörpergewichts und des Lean Body Weight (LBW) bei Mädchen im Alter von 10 bis 18 Jahren

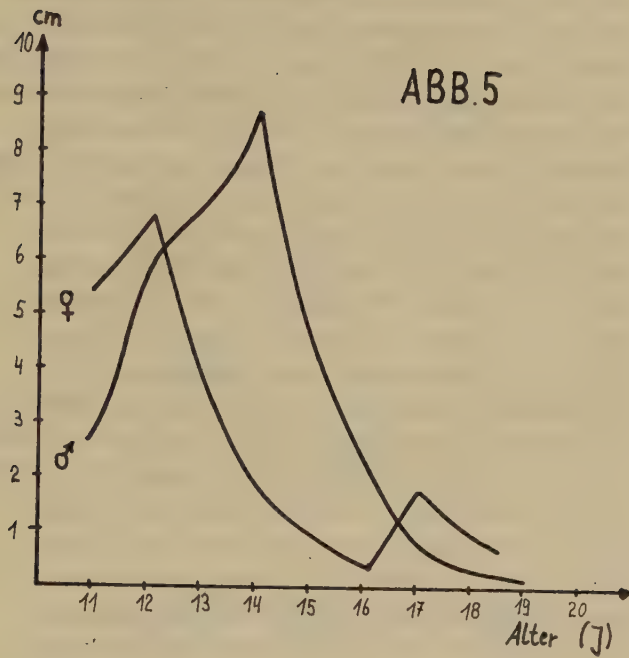
Abb. 4: Zunahme des Gesamtkörpergewichts und des Lean Body Weight (LBW) bei Jungen im Alter von 10 bis 18 Jahren

II. Das Gewicht und Lean Body Weight

Die jährliche Gewichtszunahme ist zwischen dem 11. und 15. Lebensjahr am größten und beträgt bei den Mädchen im Mittel 3,5, 4,7, 3,2 und 4,4 kg (Abb. 3). Danach nimmt sie ab, um nach einem nochmaligen kleinen Anstieg im 17. Lebensjahr - entsprechend dem Verlauf der Wachstumskurve - sich das durchschnittliche Körpergewicht 18jähriger Mädchen auf ca. 57 kg einpendeln zu lassen.

Die Kurve des LBW zeigt einen nicht so steilen aber gleichmäßigeren Verlauf. Der Abstand von der Gewichtskurve wird mit höherem Alter allmählich größer, ihr fehlt die leichte Senkung, die die Gewichtskurve der Mädchen im 16. Lebensjahr aufweist, den leichten Anstieg um das 17. Lebensjahr vollzieht sie mit. Insgesamt steigt der Wert des LBW von 30 kg im Mittel bei den 10jährigen um 18 kg auf ca. 48 kg bei den 18jährigen an.

Das mittlere Gewicht der Jungen (Abb. 4) nimmt von 36 kg der 10jährigen um 34 kg bis zu 70 kg im Alter von 19 Jahren zu, wobei das Maximum der jährlichen Zunahme mit 8,0 bzw. 6,8 kg zwischen 12 1/2 und 14 1/2 Jahren liegt. Wie bei den Mädchen findet auch bei den Jungen zwischen 17 1/2 und 18 1/2 Jahren noch einmal ein kleiner Schub in der Gewichtszunahme nach der Pubertät statt, der nicht nur das aktuelle Gewicht, sondern auch das LBW betrifft. Dieses nimmt von ca. 30 kg bei den 10jährigen auf ca. 60 kg bei den 18- und 19jährigen zu. Seine Kurve gleicht der des aktuellen Gewichts stärker als die entsprechende bei den



Längenzuwachs pro Lebensjahr

Abb. 5: Darstellung des Pubertätswachstumsschubes bei Mädchen und Jungen

Mädchen.

Die beschriebenen Kurvenverläufe der Längen- und Gewichtszunahme sind für die Jugendlichen männlichen und weiblichen Geschlechts charakteristisch und zeigen mit ihren Maxima in der Steilheit des Anstiegs die Phase des Pubertätswachstumsschubes an. Diese Zeitspanne liegt bei den Mädchen zwischen dem 11. und 13. Lebensjahr, bei den Jungen zwei Jahre später zwischen dem 13. und 15. (Abb. 5). Auch die darauf folgende Phase der 3. Fülle oder Reifung ist schon in diesen Kurven erkennbar. Die Daten stimmen mit den Ergebnissen der zahlenmäßig groß angelegten Untersuchungen von SCHULZE und WISSING (87), Düsseldorf 1969, überein, die 68.909 Kinder zwischen 6 und 18 Jahren erfaßten. Auch die Mittelwerte von Länge und Gewicht in den einzelnen Altersstufen entsprechen sich fast genau (Tab. 2). Dies erlaubt, das eigene Untersuchungsgut als repräsentativ für weitere Auswertungen anzusehen und auf die Daten und deren Normalverteilung in der Düsseldorfer Wachstumstabelle zurückzugreifen, die durch die größere Zahl statistisch gesicherter ist.

♀

♂

Länge $\bar{x}$ (cm)	Δ (cm)	Gewicht $\bar{x}$ (kg)	Δ (kg)	LBW (kg)	Alter (J)	Länge $\bar{x}$ (cm)	Δ (cm)	Gewicht $\bar{x}$ (kg)	Δ (kg)	LBW (kg)
145,2	+0,7	35,8	-0,2	29,5	10 1/2	145,0	+1,0	37,0	+0,5	29,8
148,0	-0,5	38,0	-1,5	31,5	11 1/2	150,4	-0,6	40,5	-0,5	34,2
154,0	-0,5	42,0	-2,0	35,0	12 1/2	157,2	+0,2	45,2	-1,3	37,8
161,0	-1,0	50,0	-0,5	40,8	13 1/2	161,2	+0,7	48,4	-2,6	41,0
169,8	+0,8	56,8	+1,3	47,4	14 1/2	163,0	+0,5	52,8	-1,2	43,4
174,6	+0,6	60,4	-1,6	52,3	15 1/2	164,0	+1,0	55,5	0	45,0
177,0	+1,0	63,0	-2,0	54,3	16 1/2	164,4	+0,9	54,0	-2,5	45,5
177,8	+0,8	65,0	-2,0	55,5	17 1/2	166,2	+2,2	56,0	-1,0	48,0
178,2	+1,2	69,4	+0,4	59,5	18 1/2	167,2	+3,2	57,0	+1,5	48,0
178,4		70,0		60,4	19 1/2					

Tab. 2 Durchschnittsgewichte u. -längen in Mittelwerten ($\bar{x}$)

Δ = Differenz zwischen den eigenen Mittelwerten und denen der

Düsseldorfer Wachstumstabelle

Die etwas höher liegenden Durchschnittswerte für die Körperlänge sind dadurch erklärbar, daß die Oberschüler durch soziale Herkunft eine stärkere Akzeleration aufweisen als Volksschüler.

Mädchen

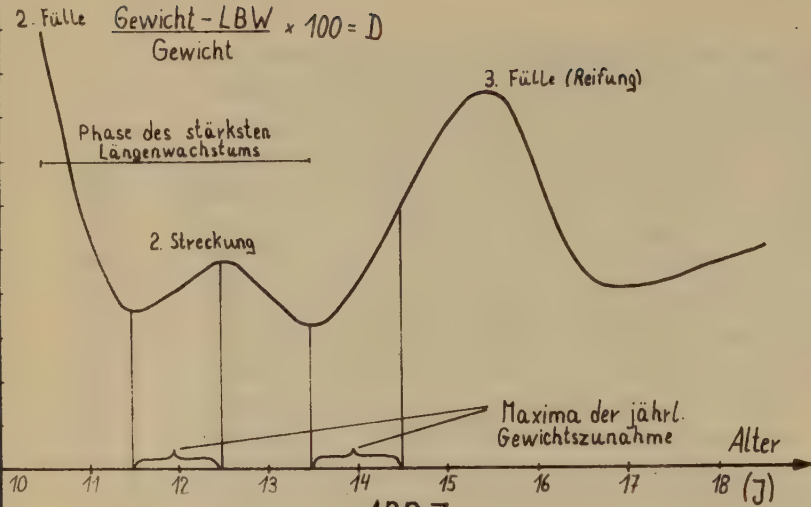


ABB.7

$\frac{\text{Gewicht} - \text{LBW}}{\text{Gewicht}} \times 100 = D$

Jungen

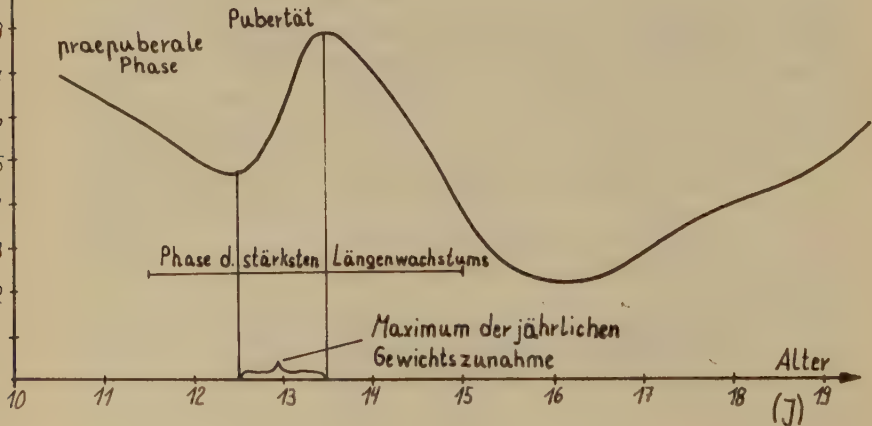


Abb. 6: Veränderungen des Fettgewebsanteils am Gesamtkörpergewicht (D) während der Adoleszenz bei Mädchen

Abb. 7: Veränderungen des Fettgewebsanteils am Gesamtkörpergewicht (D) während der Adoleszenz bei Jungen

$$\text{III. } \frac{\text{Gewicht} - \text{LBW}}{\text{Gewicht}} \times 100 = D \% .$$

Die Differenz zwischen dem aktuellen Gewicht und dem LBW, also der Abstand beider Kurven voneinander (vgl. Abb. 3 u. 4), wird in Abb. 6 u. 7, in Prozent vom Körpergewicht ausgedrückt, gesondert graphisch dargestellt. Diese Werte des Fettgewebsanteils bewegen sich bei den Mädchen im Mittel zwischen 21 und 14 %, bei den Jungen zwischen 18 und 12 %. Dabei zeigen die Kurven einen sehr charakteristischen Verlauf.

Die der Mädchen (Abb. 6) beginnt bei einem relativ hohen Wert bei den 10jährigen (21 %) und fällt während der Phase des stärksten Längenwachstums zwischen 10 und 14 Jahren herab auf ca. 15 %. Diese Periode entspricht den häufig gebrauchten Ausdrücken der 2. Fülle und der 2. Streckung. Ein erneuter Anstieg mit seinem Gipfel im 16. Lebensjahr zeigt das Stadium der 3. Fülle oder Reifung an ($D = 19,5\%$). In diesem Zeitraum hat auch die Gewichtskurve der Mädchen eine kleine Erhebung - im Gegensatz zu der des LBW, so daß hier die Gewichtszunahme sicherlich aufgrund stärkerer Fettanlagerung zustande kommt. Danach kehrt die Kurve zu einem Wert von ca. 15 - 16 % zurück. Auch bei den Jungen (Abb. 7) lassen sich verschiedene Phasen durch die Darstellung des Wertes D während der Entwicklung unterscheiden. In der praepuberalen Periode beträgt er ca. 17 %, kehrt während des Maximums im Längenwachstum zunächst zu 14,5 % zurück, um während des zweiten Teils des größten Wachstumsschubs und dem Beginn der stärksten Gewichtszunahme auf 18 %

anzusteigen. Dies ist die Pubertätsphase. Danach sinkt die Kurve herab: die Gewichtszunahme erfolgt hauptsächlich durch eine Zunahme des LBW aufgrund stärkerer Ausbildung des Skeletts und der Muskulatur. Zwischen 17 und 18 Jahren beginnt wieder ein leichter Anstieg: es wird etwas mehr Fett angelagert.

D (%) ♂			Alter (J)	D (%) ♀		
$\bar{x}$	s	$s_{\bar{x}}$		$\bar{x}$	s	$s_{\bar{x}}$
16,9	5,3	1,1	10-11	21,0	10,6	3,5
15,9	9,7	1,9	11-12	14,6	8,9	1,6
14,6	11,1	1,8	12-13	15,7	6,8	0,9
17,9	7,5	1,1	13-14	14,2	7,6	1,1
15,7	8,3	1,4	14-15	16,8	7,1	1,3
12,6	6,3	1,3	15-16	19,5	6,6	1,5
12,3	7,8	1,9	16-17	15,3	4,7	1,1
13,6	5,5	1,4	17-18	15,2	4,9	1,3
14,6	7,2	2,0	18-19	15,9	5,7	2,0
15,9	8,3	2,4	19-20			

Tab. 3: Mittelwerte von D ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) und Abweichung des Mittelwertes ($s_{\bar{x}}$)

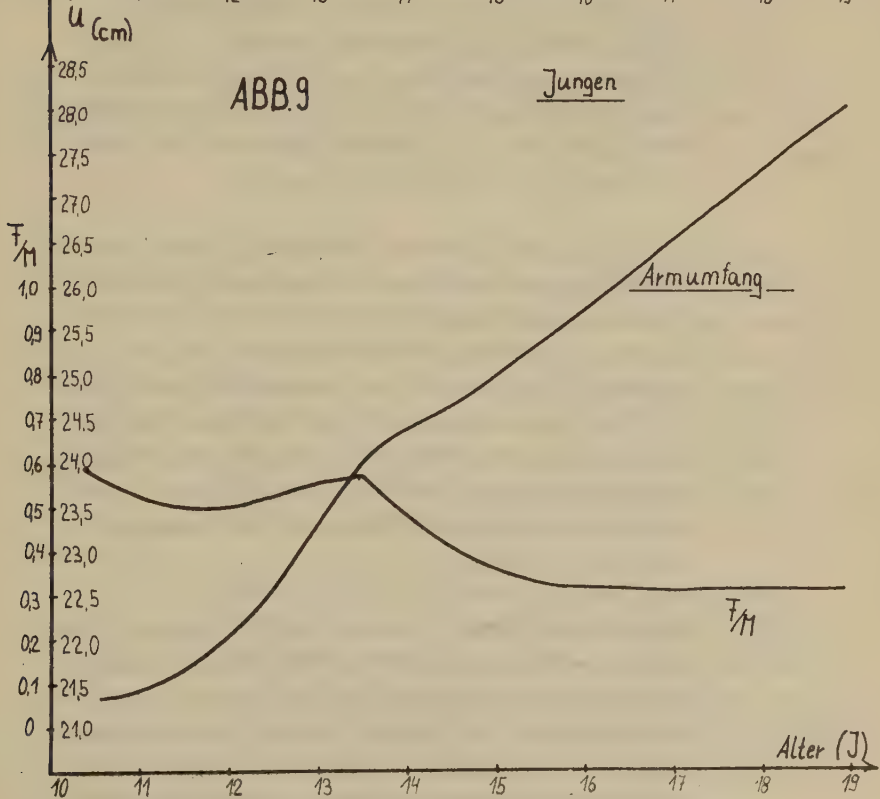
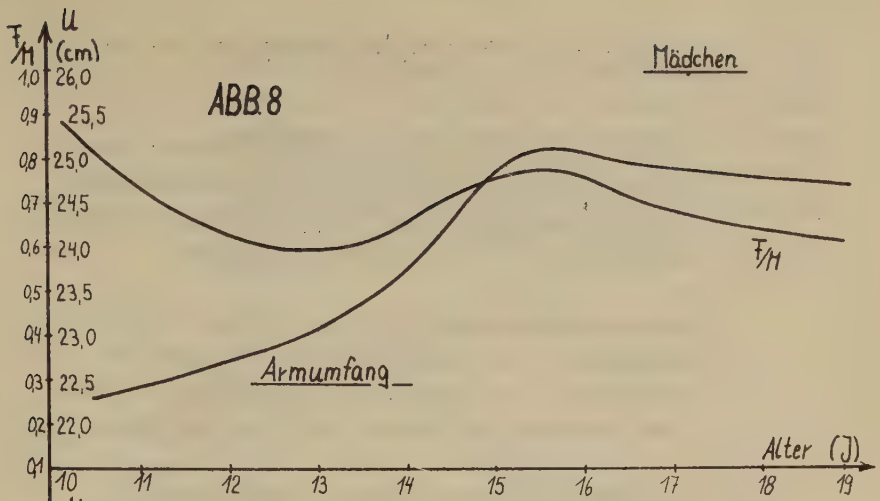


Abb. 8: Zunahme des Armumfangs und Veränderungen des Fett-Muskel-Verhältnisses am Arm während der Adoleszenz bei Mädchen

Abb. 9: Zunahme des Armumfangs und Veränderungen des Fett-Muskel-Verhältnisses am Arm während der Adoleszenz bei Jungen

IV. Armumfang und Fett-Muskel-Verhältnis am Arm

Aus der graphischen Darstellung dieser Daten lassen sich wieder ähnliche Gesetzmäßigkeiten in der Entwicklung und deutliche Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern ablesen.

Der Armumfang nimmt bei den Mädchen (Abb. 8) allmählich bis zum Alter von 15 Jahren von 22,6 cm ($\bar{x}$, 10 J) auf 25,1 cm ($\bar{x}$) zu, um dann fast konstant bei dieser Größe zu bleiben.

Die Kurve des Fett-Muskel-Verhältnisses (F/M) nimmt einen anderen Verlauf. Je höher F/M, desto größer ist der Fettgewebsanteil und umgekehrt. Diese Kurve ähnelt erwartungsgemäß der von D, da beide Aussagen über das subcutane Fett beinhalten.

Sie fällt von einem relativ hohen Wert von 0,81 während der Phase des stärksten Längenwachstums auf ihren tiefsten Punkt von 0,59 ($\bar{x}$) im Alter von 13 Jahren herab, um dann wieder nach der Pubertät zu einem zweiten Gipfel (0,78 = $\bar{x}$) anzusteigen. Die darauf folgende Senkung auf ca. 0,65 signalisiert wie in der vorangegangenen Abb. 6 D, daß die Gewichtszunahme vorwiegend zugunsten der aktiven Körpermasse erfolgt.

Der Armumfang der Jungen (Abb. 9) wächst insgesamt von 21,3 cm ($\bar{x}$) auf 28 cm ($\bar{x}$), wobei die höchsten Zuwachsraten zwischen 11 und 14 Jahren liegen und danach etwas geringer werden. Das Fett-Muskel-Verhältnis nimmt wie D in Abb. 7 zwischen 10 und 12 Jahren von 0,57 auf 0,50 ab, steigt bis zur Phase der stärksten

Gewichtszunahme mit 13 Jahren wieder leicht auf 0,57 an, um nach der Pubertät in Zusammenhang mit der weiteren Muskulaturentwicklung einen stabilen Mittelwert von 0,3 ($\bar{x}$) anzunehmen. Dieser ist um die Hälfte geringer als der der Mädchen in diesem Zeitabschnitt.

V. Die Haut-Fett-Falten

In die Berechnung des Fett-Muskel-Verhältnisses war die Haut-Fett-Falte über dem Musk. triceps eingegangen. Deren Größenordnung und Veränderung während des Alters von 10 bis 18 Jahren sind in Abb. 10 und 11 dargestellt.

Wieder ist bei den Mädchen (Abb. 10) ein typischer und schon bekannter Kurvenverlauf zu sehen. Aus einem Bereich um 15 mm sinkt die Kurve während des stärksten Längenwachstums auf Werte um 13 mm zwischen 11 und 14 Jahren, hat danach einen Gipfel (16,5 mm) im 16. Lebensjahr, der dem der vorhergehenden Kurven von D und F/M entspricht, und kehrt zu Werten um 15 mm zurück.

Anders ist die Situation bei den Jungen (Abb. 11). Die Triceps HFF ist die einzige der gemessenen HFF, deren Werte eine fallende Tendenz aufweisen. Nach dem Maximum im 14. Lebensjahr (12,4 mm) senkt sich die Kurve unter die 10 mm Linie.

Insgesamt liegen die Meßwerte der Jungen 4

ABB 10

Triceps-Haut-Fett-Falte

Mädchen

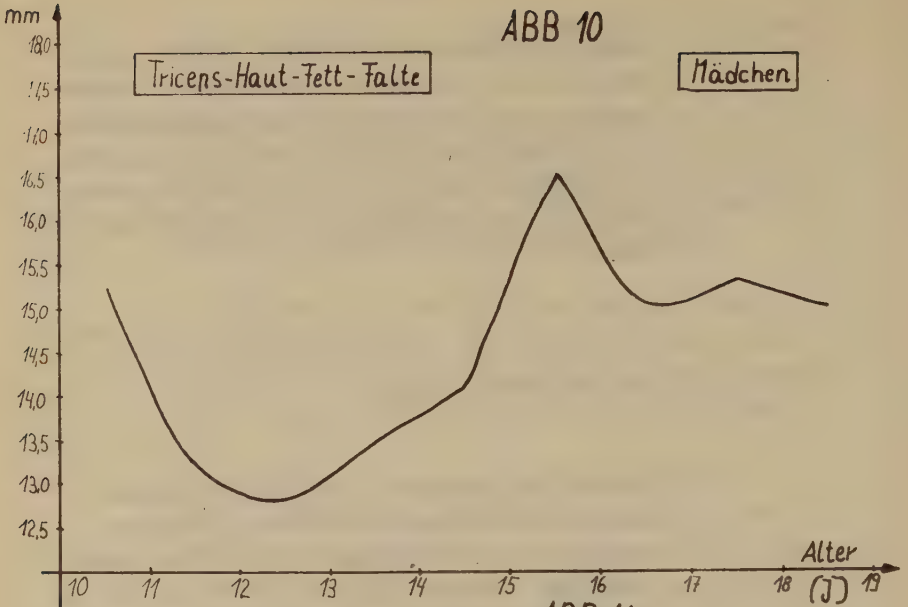


ABB 11

Triceps-Haut-Fett-Falte

Jungen

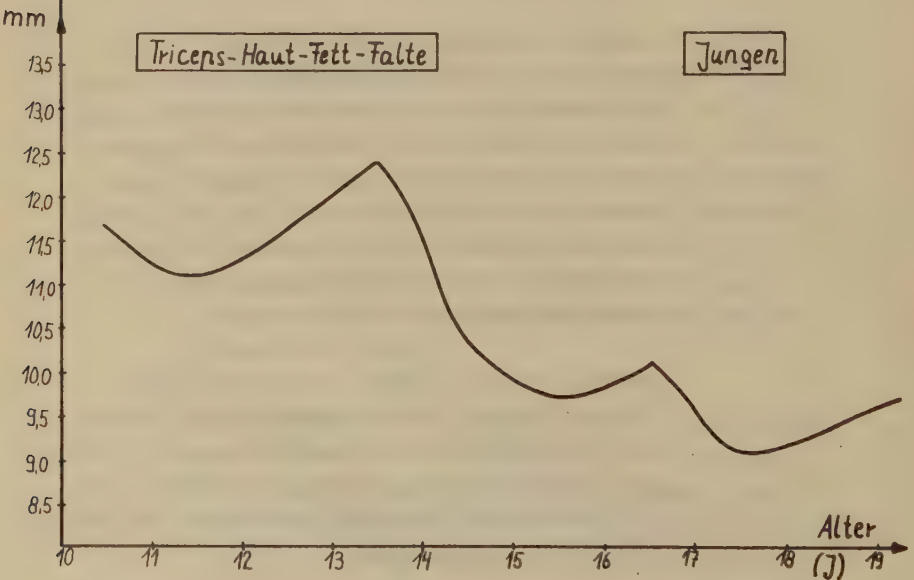


Abb. 10: Die Dicke der triceps Haut-Fett-Falten bei Mädchen im Alter von 10 bis 18 Jahren

Abb. 11: Die Dicke der triceps Haut-Fett-Falten bei Jungen im Alter von 10 bis 18 Jahren

bis 6 mm unter den entsprechenden der Mädchen - trotz größeren Armumfangs, was, wie aus der Entwicklung des Fett-Muskel-Verhältnisses zu erkennen ist, auf einen höheren Muskelanteil zurückzuführen ist.

Die subscapulare Haut-Fett-Falte verhält sich bei Mädchen (Abb. 12) ähnlich der triceps HFF, nur daß sie um etwa 5 mm niedrigere Werte aufweist.

Bei den Jungen (Abb. 13) zeigt die Kurve, ebenso wie die von D, vom 16. Lebensjahr an eine ansteigende Tendenz, nachdem sie von ihrem Gipfel im 14. Jahr ($\text{Max } \bar{x} = 9,2 \text{ mm}$) zurückgekehrt ist. Sie verläuft nur 2 bis 3 mm unter der der Mädchen.

Während die Ausbildung des Fettgewebes also bei den Mädchen gleichermaßen am Rumpf wie an den Extremitäten geschieht, ist bei den Jungen der Rumpf bevorzugt.

Errechnete Mittelwerte und Mediane der Percentilen-Darstellung stimmen nicht überein, da die Verteilung der Haut-Fett-Falten ebensowenig wie die des Gewichts der Gaußschen Normalverteilung entspricht. Auf eine Darstellung in Percentilen soll jedoch in dieser Arbeit verzichtet werden, da sie trotz der relativ hohen Zahl von untersuchten Kindern (229 Mädchen, 246 Jungen) aber der Beschränkung auf Oberschüler nicht den Anspruch erhebt, repräsentative Daten für alle Jugendlichen zu liefern.

Hier sei auf die 1972 erschienenen Tabellen von R. MAASER (59) hingewiesen, der 3407

ABB 12

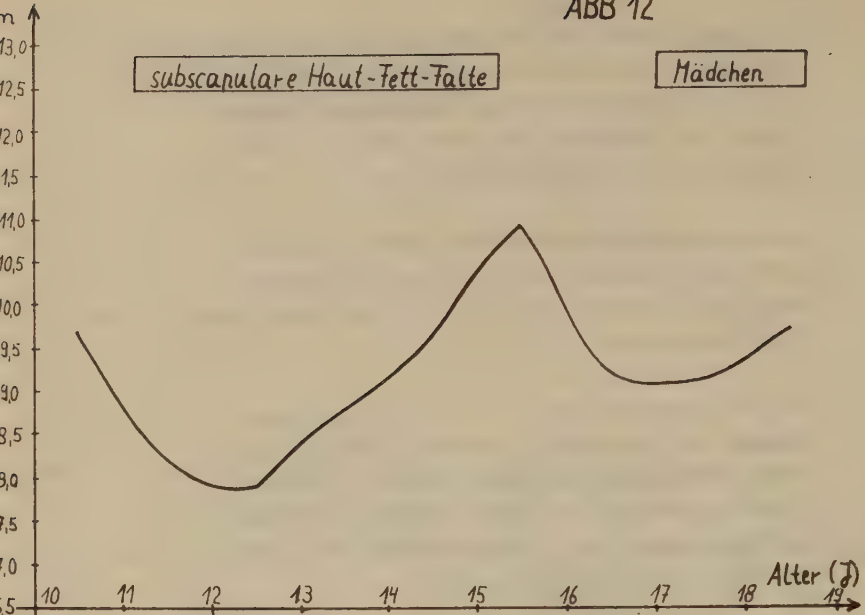


ABB. 13

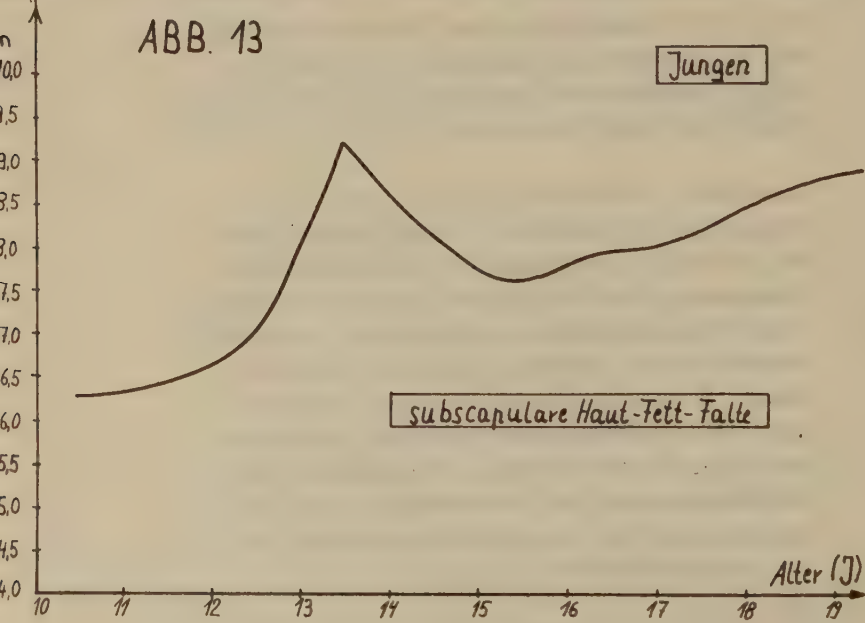


Abb. 12: Die Dicke der subscapularen Haut-Fett-Falten bei Mädchen im Alter von 10 bis 18 Jahren

Abb. 13: Die Dicke der subscapularen Haut-Fett-Falten bei Jungen im Alter von 10 bis 18 Jahren

Kinder untersuchte, allerdings im Alter von 3 - 14 Jahren. Die Mittelwerte, die von ihm angegeben werden, eignen sich aber zum Vergleich mit den in Bocholt und Siegen gewonnenen Daten, die in Tabelle 5 aufgeführt sind. Diese Gegenüberstellung (Tab. 4) zeigt eine gute Übereinstimmung bis auf hier höhere Werte im 11. u. 12. Lebensjahr bei Mädchen und im 14. bei Jungen.

triceps HFF (mm)				subscapulare HFF (mm)			
$\bar{x}$ Do	$\bar{x}$ Bo, Si	Δ	Alter (J)	$\bar{x}$ Do	$\bar{x}$ Bo, Si	Δ	
11,8	15,3	+ 3,5	10	7,9	9,7	+1,8	♀
9,7	11,7	+ 2,0		7,0	6,3	-0,7	♂
11,6	13,3	+ 1,7	11	8,3	8,2	-0,1	♀
10,4	11,1	+ 0,7		7,1	6,5	-0,6	♂
12,2	12,8	+ 0,6	12	9,6	7,9	-1,7	♀
11,2	11,6	+ 0,4		7,7	7,0	-0,7	♂
12,6	13,5	+ 0,9	13	9,9	8,8	-1,1	♀
10,2	12,4	+ 2,2		7,4	9,2	+1,8	♂
14,2	14,1	- 0,1	14	10,8	9,6	-1,2	♀
11,3	10,4	- 0,9		9,1	8,2	-0,9	♂

Tab. 4: Differenz Δ zwischen den HFF-Werten der Untersuchungen in Bocholt u. Siegen sowie der Dortmunder Studie

triceps - Haut-Fett-Falte					subscapulare Haut-Fett-Falte				
Alter (J)		$\bar{x}$ (mm)	s	$s_{\bar{x}}$	Alter		$\bar{x}$ (mm)	s	$s_{\bar{x}}$
10 - 11	♀	15,3	5,5	1,8	10 - 11	♀	9,7	6,0	2,0
	♂	11,7	4,8	1,0		♂	6,3	2,4	0,5
11 - 12	♀	13,3	5,3	0,9	11 - 12	♀	8,2	4,5	0,8
	♂	11,1	4,0	0,8		♂	6,5	2,4	0,5
12 - 13	♀	12,8	3,4	0,5	12 - 13	♀	7,9	2,8	0,4
	♂	11,6	3,8	0,6		♂	7,0	2,9	0,5
13 - 14	♀	13,5	4,1	0,6	13 - 14	♀	8,8	3,6	0,5
	♂	12,4	6,2	0,9		♂	9,2	5,7	0,9
14 - 15	♀	14,1	6,0	1,0	14 - 15	♀	9,6	6,1	1,1
	♂	10,4	4,8	0,8		♂	8,2	3,8	0,6
15 - 16	♀	16,5	3,9	0,9	15 - 16	♀	10,1	4,1	0,9
	♂	9,7	3,2	0,6		♂	7,6	2,0	0,4
16 - 17	♀	15,0	3,0	0,7	16 - 17	♀	9,2	1,8	0,4
	♂	10,1	3,5	0,8		♂	8,0	1,7	0,4
17 - 18	♀	15,3	4,4	1,2	17 - 18	♀	9,1	2,2	0,6
	♂	9,1	2,6	0,6		♂	8,2	1,9	0,5
18 - 19	♀	15,0	2,2	0,8	18 - 19	♀	9,7	3,5	1,2
	♂	9,4	2,9	0,8		♂	8,7	2,8	0,8
19 - 20	♀				19 - 20	♀			
	♂	9,7	4,2	1,2		♂	8,9	3,4	1,0

Tab. 5: Mittelwerte der beiden gemessenen Haut-Fett-Falten (triceps HFF, subscapulare HFF) in den verschiedenen Altersstufen mit Standardabweichungen und Abweichung des Mittelwerts (s, $s_{\bar{x}}$)

VI. Korrelationen

Der Zusammenhang zwischen den direkten Messungen des Fettgewebes und seinen Berechnungen, der sich in der Ähnlichkeit der Kurven von D, der triceps und subscapularen Haut-Fett-Falte und dem Fett-Muskelverhältnis am Arm äußert, kann auch durch die Aufstellung von Korrelationskoeffizienten r illustriert werden. (Tab. 6)

Zusätzlich soll hier die Beziehung des Fettgewebes zur sportlichen Aktivität geprüft werden. Der Sportwert (min 1 - max 10 Punkte) zeigt keine charakteristischen Veränderungen in den Jahren von 10 bis 19 und liegt bei Jungen mit 5,6 als Mittelwert um einen Punkt höher als bei den Mädchen (4,7).

1. Die Haut-Fett-Falten weisen untereinander eine relativ hohe Korrelation auf ($\text{♀ } r = 0,76$, $\text{♂ } r = 0,73$). Die Korrelation der triceps HFF zum Fett-Muskel-Verhältnis ist naturgemäß am höchsten, da letzteres die Größe der HFF beinhaltet, doch auch die subscapulare HFF zeigt eine Beziehung zum F/M-Verhältnis. Sie ist bei Mädchen wegen der gleichmäßigeren Verteilung des Fettgewebes am Rumpf und Extremitäten enger ($r = 0,76$) als bei den Jungen ($r = 0,65$), bei denen der Rumpf bevorzugt wird.
2. Dieses Phaenomen beeinflusst auch die Korrelation von den Haut-Fett-Falten zum Fettgewebsanteil, ausgedrückt durch die Differenz von aktuellem Gewicht und dem aus Diametern errechneten LBW. (Bei diesem Vergleich ist es besser, die reine

Differenz als Größe heranzuziehen als die weitere Umrechnung zu ihrem prozentualen Anteil am Körpergewicht (D), da auch die HFF einfache Meßdaten sind.)

Der Korrelationskoeffizient von triceps HFF und Gewicht minus LBW liegt bei den Jungen mit $r = 0,59$ deutlich tiefer als bei den Mädchen ($r = 0,71$), während er für die subscapulare HFF den gleichen Wert hat ($r \text{ ♀} = 0,69$, $r \text{ ♂} = 0,68$) und damit zeigt, daß bei Jungen die Fettfalte am Rumpf repräsentativer ist. Die Summe beider Haut-Fett-Falten verbessert die Korrelation noch ein wenig ($r \text{ ♀} = 0,74$, $r \text{ ♂} = 0,68$).

Das Fett-Muskel-Verhältnis, das - je höher es ist - einen größeren Fettgewebsanteil am Arm ausdrückt, steht zur Differenz Gewicht minus LBW, prozentual auf das Gewicht bezogen, ebenfalls in positivem Verhältnis, wie auch die entsprechenden Kurven demonstriert haben ($r \text{ ♀} = 0,52$, $r \text{ ♂} = 0,50$).

Verglichene Angaben	Mädchen		Jungen	
	r	Konf. interv. r	r	Konf. interv.
subsc. HFF - tric. HFF	0,76	0,73 - 0,83	0,73	0,67 - 0,78
triceps HFF - F/M V.	0,96	0,94 - 0,97	0,95	0,94 - 0,96
subsc. HFF - F/M V	0,76	0,70 - 0,81	0,65	0,57 - 0,72
subsc. HFF - Gew.-LBW	0,69	0,61 - 0,75	0,68	0,61 - 0,74
triceps HFF - Gew.-LBW	0,71	0,64 - 0,77	0,59	0,50 - 0,66
subsc. HFF - $\frac{\text{Gew.-LBW}}{\text{Gew.}} \times 100$	0,58	0,49 - 0,66	0,54	0,44 - 0,62
triceps HFF - "	0,63	0,54 - 0,70	0,59	0,50 - 0,66
HFF - Gew.-LBW	0,74	0,68 - 0,79	0,68	0,60 - 0,74
F/M V - $\frac{\text{Gew.-LBW}}{\text{Gew.}} \times 100$	0,52	0,42 - 0,61	0,50	0,40 - 0,59
Sportwert - F/M V	-0,29	-0,40 - -0,16	-0,30	-0,40 - -0,18
Sportwert - $\frac{\text{Gew.-LBW}}{\text{Gew.}} \times 100$	-0,18	-0,30 - -0,05	-0,21	-0,33 - -0,10
Sportwert - subsc. HFF	-0,32	-0,43 - -0,20	-0,23	-0,34 - -0,10
Sportwert - triceps HFF	-0,31	-0,42 - -0,18	-0,30	-0,41 - -0,19

Tab. 6: Produkt-Moment-Korrelationen nach Bravais-Pearson mit ihren 95 % Konfidenzintervallen

3. Zwischen den Aussagen über das Ausmaß des Fettgewebes und dem Grad der sportlichen Betätigung ließ sich keine statistisch signifikante Korrelation ermitteln.

Dieses Ergebnis erklärt sich einerseits daraus, daß die Angaben zur sportlichen Betätigung in den Fragebögen subjektiv und ungenau waren und so der "Sportwert" nicht exakt ermittelt werden konnte; andererseits durfte eine hoch signifikante Korrelation nicht erwartet werden, da geringes subcutanes Fettgewebe nicht unbedingt mit hoher sportlicher Leistungsfähigkeit einhergeht und umgekehrt bei manchen guten Sportlern stark ausgeprägtes aktives Körpergewebe gemeinsam mit großem Fettgewebsanteil am Körpergewicht gefunden wird.

Daß jedoch die Mehrzahl der adipösen Kinder weniger sportliche Aktivität aufweist als der Durchschnitt der Adoleszenten, wird später beschrieben.

VII. Die Diameter und ihre Verwendbarkeit

Das LBW wurde aus Körpergröße und drei Diametern errechnet, dem biacromialen und dem bitrochanterischen Diameter sowie der Thoraxbreite. Werden die Diameter graphisch der Körpergröße zugeordnet (Abb. 14), so kann man erkennen, daß bei allen - bis auf den bitrochanterischen Diameter bei den Mädchen - eine lineare Abhängigkeit besteht. Dabei ist jedoch der Anstieg der verschiedenen Geraden jeweils unterschiedlich. Er beträgt bei dem biacromialen und bitrochanterischen Diameter der Jungen 41° , bei der Thoraxbreite nur 37° .

Das Skelettwachstum der Mädchen ist dadurch charakterisiert, daß Thoraxbreite und biacromialer Diameter in gleichem Maße und langsamer als bei den Jungen zunehmen (Anstiegswinkel 30°) und schließlich bei einer Körpergröße von 1,75 m ungefähr 2 cm unter den entsprechenden Werten der Jungen liegen. Dagegen zeigt der bitrochanterische Diameter ein beschleunigtes Wachstum (Anstiegswinkel 53° , konkav ansteigende Kurve) und ist bei einer Körpergröße von 1,75 m um 1 cm größer als der der Jungen, was sich durch die stärkere Breitenentwicklung des weiblichen Beckens erklären läßt.

In Tabelle 7 u. 8 sind die Mittelwerte der Diameter für eine bestimmte Körperlänge, die in 2 cm-Stufen aufgeteilt ist, dargestellt sowie in Klammern der Bereich, in dem sich 50 % der gemessenen Werte befinden. Diese Tabellen sind deshalb so ausführlich einge-

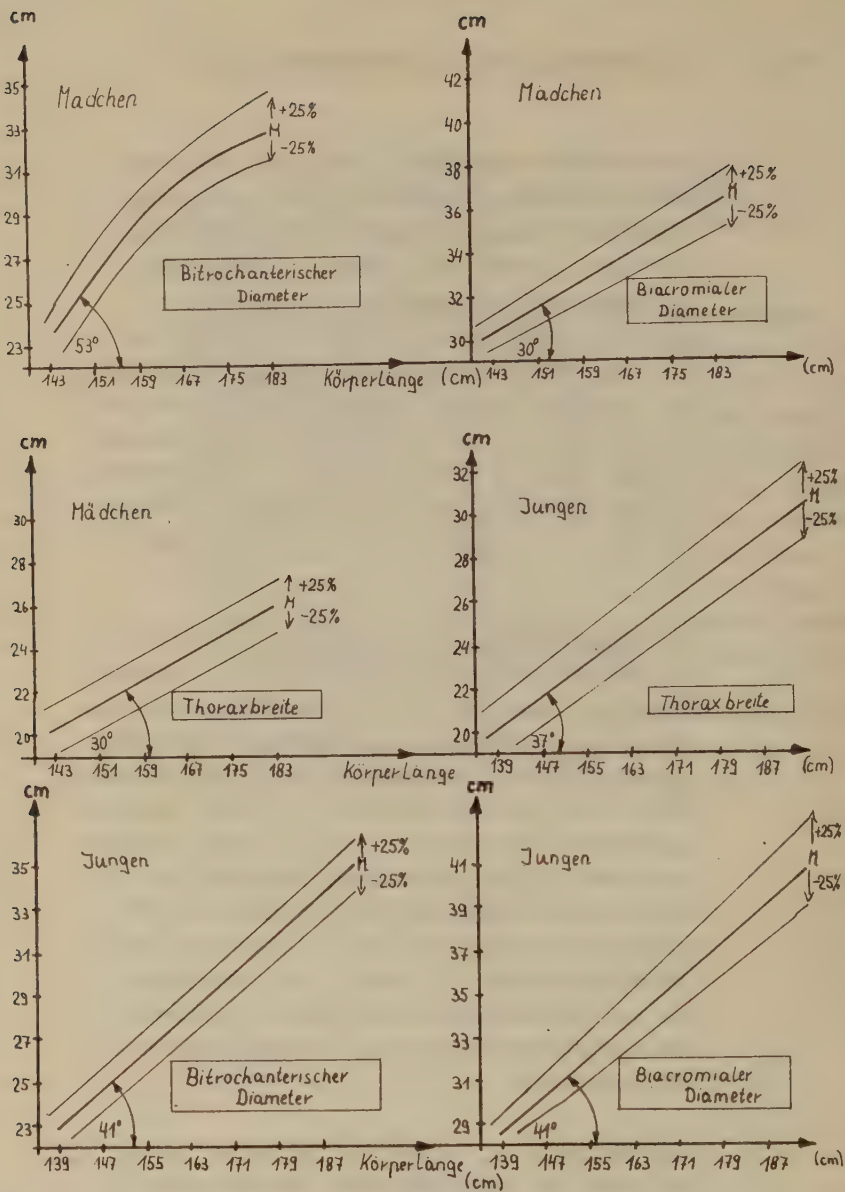


Abb. 14: Zunahme der Körperdiameter in Abhängigkeit von der Körperlänge bei Mädchen und Jungen (Mittelwert $M \pm 25\%$)

MÄDCHEN

ÄNGE (cm)	betroch. Diameter	Thoraxbreite	biacrom. Diameter
42-143,9	23,5 (22,4-24,6)	21,4 (20,3-22,6)	30,5 (29,7-31,2)
44-145,9	24,3 (23,0-25,3)	21,7 (20,6-22,9)	30,8 (30,0-31,6)
46-147,9	25,0 (23,6-26,1)	22,0 (20,8-23,2)	31,1 (30,3-31,9)
48-149,9	25,7 (24,4-27,0)	22,3 (21,1-23,5)	31,3 (30,5-32,2)
50-151,9	26,4 (25,0-27,6)	22,5 (21,4-23,7)	31,6 (30,8-32,5)
52-153,9	27,0 (25,8-28,4)	22,8 (21,7-24,0)	31,9 (31,1-32,8)
54-155,9	27,7 (26,5-29,0)	23,1 (21,9-24,3)	32,2 (31,4-33,1)
56-157,9	28,3 (27,1-29,7)	23,4 (22,2-24,6)	32,5 (31,7-33,5)
58-159,9	28,9 (27,7-30,2)	23,7 (22,5-24,9)	32,8 (31,9-33,8)
60-161,9	29,4 (28,2-30,7)	23,9 (22,8-25,2)	33,1 (32,2-34,1)
62-163,9	29,8 (28,7-31,2)	24,2 (23,0-25,5)	33,4 (32,5-34,4)
64-165,9	30,3 (29,2-31,6)	24,5 (23,3-25,7)	33,7 (32,7-34,7)
66-167,9	30,7 (29,6-32,0)	24,8 (23,6-26,0)	34,0 (33,0-35,1)
68-169,9	31,0 (30,0-32,4)	25,1 (23,9-26,3)	34,3 (33,2-35,4)
70-171,9	31,4 (30,3-32,8)	25,4 (24,2-26,6)	34,5 (33,5-35,7)
72-173,9	31,7 (30,6-33,1)	25,6 (24,4-26,9)	34,8 (33,7-36,0)
74-175,9	32,0 (30,8-33,4)	25,9 (24,7-27,2)	35,1 (34,0-36,3)
76-177,9	32,3 (31,1-33,7)	26,2 (25,0-27,5)	35,4 (34,3-36,7)
78-179,9	32,6 (31,3-34,0)	26,5 (25,3-27,8)	35,7 (34,5-37,0)

abelle 7 Mittelwerte der Diameter $\pm$ 25 % bei Mädchen bezogen auf die Körperlänge
 ie Zahlen vor der Klammer geben den jeweiligen Mittelwert der Meß-
 röße an, diejenigen in der Klammer den Bereich, in dem sich 50 %
 er gemessenen Werte befinden

JUNGEN

LÄNGE (cm)	bitroch. Diameter	Thoraxbreite	biacrom. Diameter
138-139,9	23,0 (22,0-24,0)	20,3 (19,0-21,6)	28,7 (28,0-29,6)
140-141,9	23,5 (22,5-24,5)	20,7 (19,4-22,0)	29,2 (28,4-30,1)
142-143,9	23,9 (23,0-24,9)	21,0 (19,8-22,4)	29,6 (28,8-30,5)
144-145,9	24,3 (23,4-25,4)	21,4 (20,1-22,8)	30,1 (29,2-31,0)
146-147,9	24,8 (23,8-25,9)	21,8 (20,5-23,2)	30,5 (29,6-31,5)
148-149,9	25,2 (24,3-26,3)	22,1 (20,8-23,5)	31,0 (30,0-32,0)
150-151,9	25,7 (24,7-26,8)	22,5 (21,2-23,9)	31,4 (30,4-32,5)
152-153,9	26,1 (25,1-27,2)	22,9 (21,5-24,3)	31,8 (30,8-33,0)
154-155,9	26,6 (25,5-27,7)	23,3 (21,9-24,7)	32,3 (31,2-33,5)
156-157,9	27,0 (26,0-28,1)	23,6 (22,3-25,1)	32,7 (31,5-34,0)
158-159,9	27,5 (26,4-28,6)	24,0 (22,6-25,5)	33,1 (31,9-34,5)
160-161,9	27,9 (26,9-29,0)	24,4 (23,0-25,9)	33,6 (32,3-35,0)
162-163,9	28,3 (27,3-29,4)	24,7 (23,3-26,2)	34,0 (32,7-35,4)
164-165,9	28,8 (27,7-29,9)	25,1 (23,7-26,6)	34,4 (33,1-35,9)
166-167,9	29,2 (28,2-30,4)	25,5 (24,1-27,0)	34,9 (33,5-36,4)
168-169,9	29,7 (28,6-30,8)	25,9 (24,4-27,4)	35,3 (33,9-36,9)
170-171,9	30,1 (29,0-31,2)	26,2 (24,8-27,8)	35,7 (34,3-37,4)
172-173,9	30,5 (29,5-31,7)	26,6 (25,1-28,2)	36,2 (34,7-37,9)
174-175,9	31,0 (29,9-32,2)	27,0 (25,5-28,6)	36,6 (35,1-38,4)
176-177,9	31,4 (30,4-32,6)	27,4 (25,8-29,0)	37,1 (35,5-38,9)
178-179,9	31,9 (30,8-33,1)	27,8 (26,2-29,4)	37,5 (35,9-39,3)
180-181,9	32,3 (31,2-33,5)	28,1 (26,6-29,8)	38,0 (36,3-39,8)
182-183,9	32,8 (31,7-34,0)	28,5 (26,9-30,1)	38,4 (36,7-40,3)
184-185,9	33,2 (32,1-34,4)	28,9 (27,3-30,5)	38,8 (37,0-40,8)
186-187,9	33,7 (32,5-34,9)	29,2 (27,6-30,9)	39,2 (37,5-41,3)
188-189,9	34,1 (33,0-35,3)	29,6 (28,0-31,3)	39,7 (37,9-41,8)
190-191,9	34,5 (33,4-35,8)	30,0 (28,4-31,7)	40,1 (38,3-42,3)

Tabelle 8 Mittelwerte der Diameter $\pm$ 25 % bei Jungen - bezogen auf die Körperlänge

Die Zahlen vor der Klammer geben den jeweiligen Mittelwert an, diejenigen in der Klammer den Bereich, in dem sich 50 % der gemessenen Werte befinden.

fügt, da die Berechnung des LBW mit Hilfe einer komplizierten Gleichung erfolgt, die in der Praxis keine Anwendung finden kann. Es soll jedoch die Möglichkeit gegeben werden, den Knochenbau und die fettfreie Körpermasse aus den einfachen Diameter-Messungen zu schätzen und - darauf aufbauend - ein individuelles optimales Körpergewicht abzuleiten und aus der Differenz zwischen tatsächlichem Gewicht und LBW den Grad von Adipositas oder Magerkeit zu bestimmen.

Diesem Zweck dienen auch die beiden folgenden Tabellen 9 u. 10, in denen man das durchschnittliche, einer bestimmten Körperlänge zugehörige LBW aufsuchen kann. Hatten die einzelnen Diameter eines untersuchten Jugendlichen im Normbereich liegende Werte, wird auch das LBW dem seiner Körpergröße entsprechen. Rechts neben der Spalte für das LBW befinden sich weitere Zahlen, die angeben, wie schwer ein Körper ist, wenn die Differenz zwischen Körpergewicht und dem LBW - prozentual zum Gewicht (= D), also der Fettgewebsanteil, 10, 15, 20 oder 25 Prozent beträgt.

(Vgl. auch Abb. 15 und 16.)

Hat man nun bei der Untersuchung des Kindes ein Gewicht festgestellt, das - nach vorheriger Messung der Diameter - besagt, daß 25 oder mehr Prozent von ihm durch subcutanes Fettgewebe verursacht ist, steht die Diagnose "Adipositas" fest. Lagen jedoch die Diameter mit ihren Maßen oberhalb des Normbereichs, ist von einem höheren LBW auszugehen und bei einem, für die Körpergröße vielleicht zu hohem Gewicht doch nur ein Fettgewebsanteil von 10 %, also Übergewichtigkeit bei Schlankheit, festzustellen. Ebenso ist das Umgekehrte möglich.

LÄNGE (cm)	LBW (kg)	10 %	15 %	20 %	25 %
140,0-141,9	28,4	31,6	33,5	35,6	37,9
142,0-143,9	29,0	32,3	34,2	36,3	38,7
144,0-145,9	30,4	33,8	35,8	38,0	40,5
146,0-147,9	32,1	35,7	37,8	40,1	42,8
148,0-149,9	33,4	37,1	39,2	41,7	44,5
150,0-151,9	34,5	38,3	40,6	43,1	46,0
152,0-153,9	35,0	39,0	41,2	43,8	46,7
154,0-155,9	37,5	41,7	44,1	46,9	50,0
156,0-157,9	39,0	43,3	45,8	48,7	52,0
158,0-159,9	40,0	44,4	47,0	50,0	53,3
160,0-161,9	41,5	46,1	48,8	51,9	55,3
162,0-163,9	42,0	46,6	49,3	52,5	56,0
164,0-165,9	44,1	49,0	51,8	55,1	58,8
166,0-167,9	46,0	51,1	54,1	57,5	61,3
168,0-169,9	47,0	52,2	55,3	58,8	62,7
170,0-171,9	48,1	53,4	56,6	60,1	64,1
172,0-173,9	48,5	54,0	57,0	60,6	64,7
174,0-175,9	49,3	54,8	58,0	61,6	65,7
176,0-177,9	51,0	56,6	60,0	63,8	68,0
178,0-179,9	53,3	59,2	62,7	66,6	71,1

Tabelle 9: Mittlerer Wert des LBW - bezogen auf die
Körperlänge - plus D = 10, 15, 20 und
25 % bei Mädchen

LÄNGE (cm)	LBW (kg)	10 %	15 %	20 %	25 %
138,0-139,9	26,1	29,0	30,7	32,6	34,8
140,0-141,9	27,4	30,5	32,3	34,3	36,9
142,0-143,9	28,1	31,2	33,1	35,1	37,5
144,0-145,9	29,2	32,4	34,3	36,5	38,9
146,0-147,9	30,8	34,4	36,4	38,7	41,1
148,0-149,9	32,5	36,1	38,2	40,6	43,3
150,0-151,9	33,0	36,6	38,8	41,2	44,0
152,0-153,9	33,5	37,2	39,4	41,8	44,7
154,0-155,9	34,9	38,7	41,0	43,6	46,5
156,0-157,9	36,0	40,0	42,3	45,0	48,0
158,0-159,9	38,0	42,2	44,6	47,4	50,5
160,0-161,9	40,0	44,4	47,0	50,0	53,3
162,0-163,9	41,0	45,6	48,2	51,3	54,7
164,0-165,9	42,0	46,6	49,3	52,5	56,0
166,0-167,9	45,0	50,0	53,0	56,2	60,0
168,0-169,9	46,0	51,1	54,1	57,5	61,3
170,0-171,9	49,5	55,0	58,2	61,9	66,0
172,0-173,9	50,8	56,4	59,8	63,5	67,7
174,0-175,9	52,0	57,6	61,0	64,8	69,2
176,0-177,9	55,0	61,1	64,7	68,7	73,3
178,0-179,9	56,5	62,8	66,5	70,6	75,3
180,0-181,9	57,0	63,2	67,0	71,1	76,0
182,0-183,9	59,0	65,5	69,4	73,7	78,7
184,0-185,9	62,0	68,9	73,0	77,5	82,7
186,0-187,9	64,8	72,1	76,3	81,1	86,4
188,0-189,9	66,0	73,2	77,5	82,3	88,0

Tabelle 10: Mittlerer Wert des LBW - bezogen auf die Körperlänge - plus D = 10, 15, 20 und 25 % bei Jungen

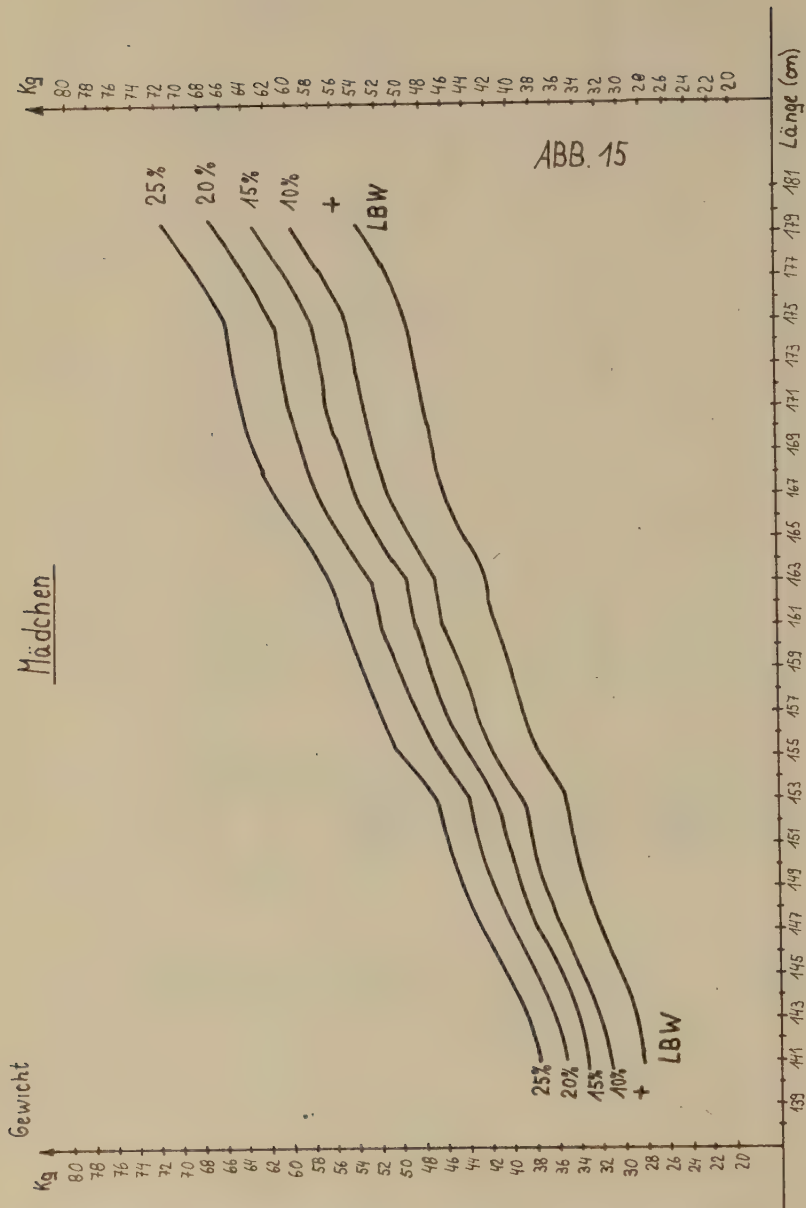


Abb. 15: Das LBW von Mädchen in Abhängigkeit von der Körperlänge und ihr Gesamtkörpergewicht bei einem Fettgewebsanteil (D) von 10, 15, 20 und 25%

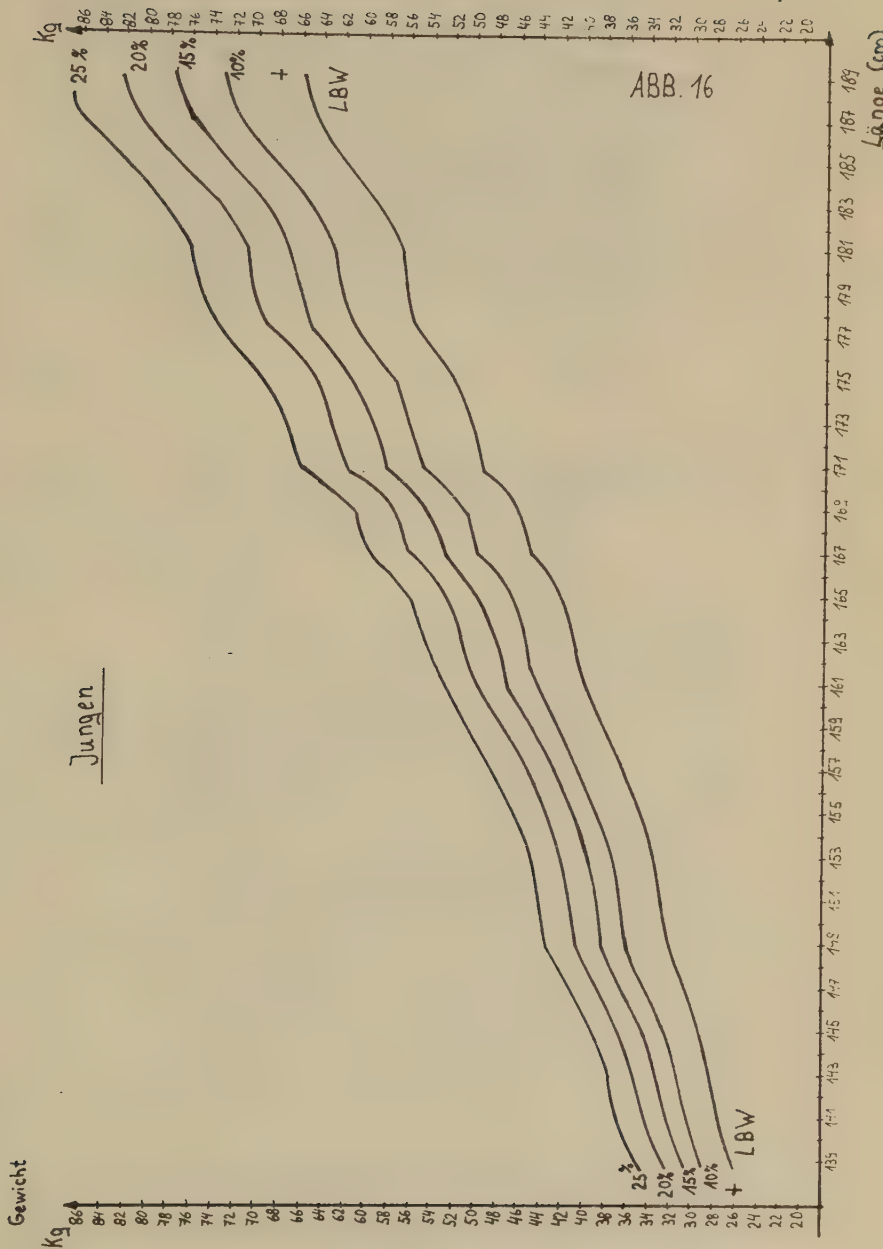


Abb. 16:

Das LBW von Jungen in Abhängigkeit von der Körperlänge und ihr Gesamtkörpergewicht bei einem Fettgewebsanteil (D) von 10, 15, 20 und 25%

Man muß allerdings die Normalwerte für den prozentualen Anteil des Fettpolsters am Körpergewicht während der verschiedenen Phasen des Wachstums und der Reifung berücksichtigen, wie sie in Abb. 6 u. 7 für Mädchen und Jungen dargestellt wurden. Hier Normwerte für bestimmte Lebensjahre anzugeben, ist nicht sinnvoll, da man damit dem einzelnen Kind mit seinem individuellen Entwicklungsmuster nicht gerecht wird.

Folgende Richtlinien zu geben ist jedoch möglich:

Mädchen:

praepuberale Phase ⁺	(10.-11.L.J.)	ca. 20 %
Phase der 2. Streckung	(12.-14.L.J.)	ca. 15 %
Reifung	(16.L.J.)	ca. 20 %
danach	(17.-18.L.J.)	ca. 15-16 %

Jungen:

praepuberale Phase	(11.-12.L.J.)	ca. 17 %
Phase der 2. Streckung	(13.L.J.)	ca. 15 %
Pubertät	(14.-15.L.J.)	ca. 18 %
danach	(16.-18.L.J.)	ca. 12-15 %

+ L.J. = Lebensjahr

G Charakteristik der adipösen Jugendlichen

Nun soll eine Charakterisierung der adipösen Jugendlichen unter den Gesichtspunkten ihrer Körpergestalt und körperlichen Aktivität, ihrer Familie, ihres Geburtsgewichts und ihrer Geburtslänge, ihrer Krankheiten und ihrer weiteren Entwicklung bis zu zwei Jahren nach der ersten Untersuchung folgen -z.T. durch einen Vergleich mit ihren schlanken Altersgenossen.

I. Darstellung anthropometrischer Daten und des Sportwertes in den Abweichungstabellen nach Martin

In dem vorangegangenen Abschnitt waren als Grundlage zur Beschreibung der Körpergestalt die Ergebnisse der körperlichen Untersuchung aller Kinder dargestellt worden. Dadurch ist es nun möglich, über spezifische Körperverhältnisse bei einzelnen Mädchen und Jungen Aufschluß zu erhalten und darüber, ob Übergewichtigkeit oder Normalgewichtigkeit bei Adipositas oder Schlankheit vorliegt. Zu dieser Differenzierung scheint ein Schema - die Abweichungstabellen von MARTIN (angeführt bei COERPER (21)) -, in dem mehrere Daten in ihrer Beziehung zum Querschnittsmittelwert und zueinander dargestellt werden können, die beste Möglichkeit zu sein:

Die einzelnen gemessenen und errechneten Kriterien werden untereinander geschrieben und ihnen in gleichen Abständen Horizontalen zu-

geordnet. Eine diese Horizontalen in der Mitte schneidende Senkrechte repräsentiert den Gesamtquerschnitt oder Mittelwert M (bei nicht-Gaußscher Verteilung die 50. Perzentile), Parallelen zu ihr nach links und rechts schließen den Bereich ein, in dem 50 Prozent, weiter außerhalb 80 bzw. 100 Prozent aller Werte liegen. (Abb. 17)

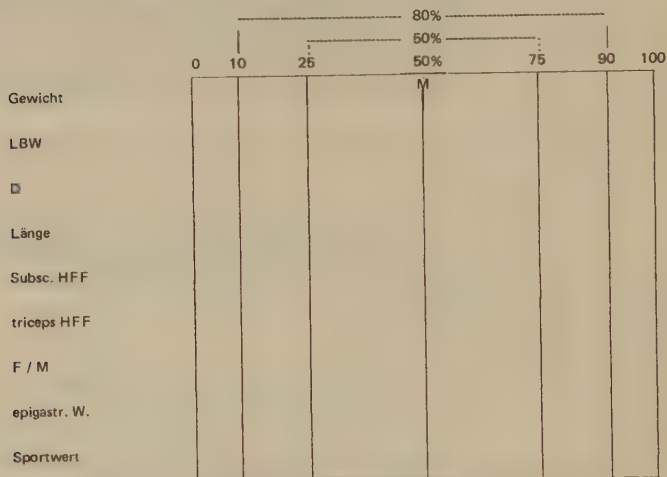


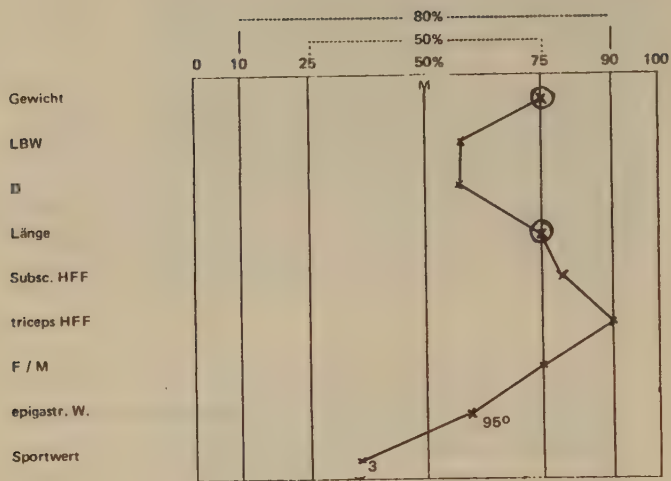
Abb. 17: Muster der MARTIN-Abweichungstabellen mit den verwendeten Kriterien

Will man Individuen oder eine bestimmte Gruppe mit dem Gesamtquerschnitt vergleichen, trägt man die Stellung ihrer Maßzahlen im Perzentilen- oder Prozentbereich der entsprechenden Alters- oder Größenstufe auf den Horizontalen der betreffenden Merkmale ab, verbindet diese Punkte miteinander und erhält so eine Zickzacklinie, die die Abweichung als solche vom Mittelwert und ihre relative Größe anzeigt. Man kann dabei beliebig viele Merkmale heranziehen und untereinander vergleichen. Hier sollen es folgende sein: Gewicht, Lean Body Weight (LBW), Gewicht minus LBW

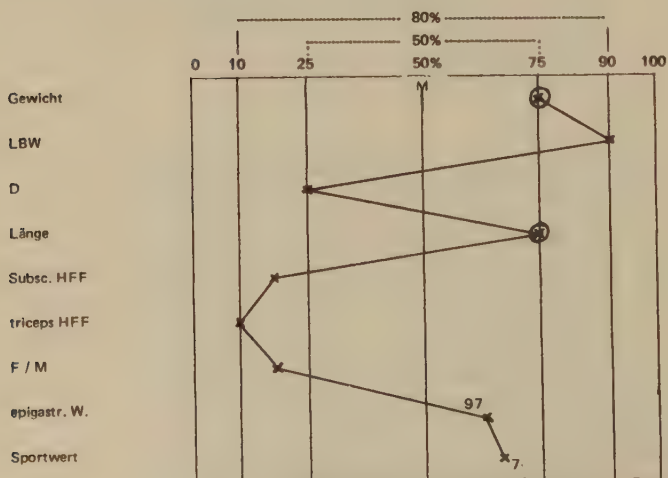
prozentual auf das Gewicht bezogen (D), Länge, die beiden Haut-Fett-Falten, das Fett-Muskelverhältnis am linken Oberarm (F/M), der epigastrische Winkel sowie der Sportwert.

Als Beispiel für die Möglichkeit einer differenzierten Darstellung der Körpergestalt seien die Abweichungstabellen von zwei Jungen nebeneinander gestellt (Abb. 18), die gleiches Alter, gleiche Größe und fast gleiches Gewicht haben (14 Jahre, 1,77 m Länge, 66,5 kg bzw. 65 kg Gewicht):

- a) Gewicht und Länge entsprechen sich. Das errechnete LBW ist - auf den Gesamtquerschnitt bezogen - näher dem Mittelwert als das Gewicht, die Werte der HFF liegen oberhalb der 75. Percentilen, der des F/M Verhältnisses auf ihr. D (Fettgewebsanteil) ist nicht erhöht. Der epigastrische Winkel ist stumpf, der Sportwert mit drei Punkten relativ niedrig.



a



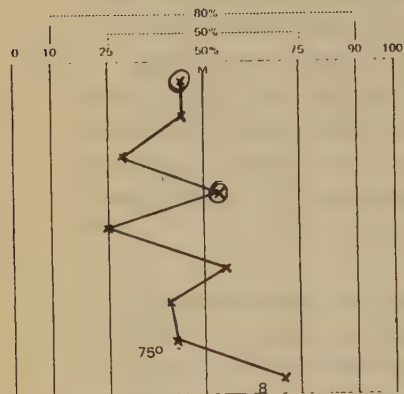
b

Abb. 18: Abweichungstabellen zweier Jungen gleichen Alters, Gewichts und gleicher Größe

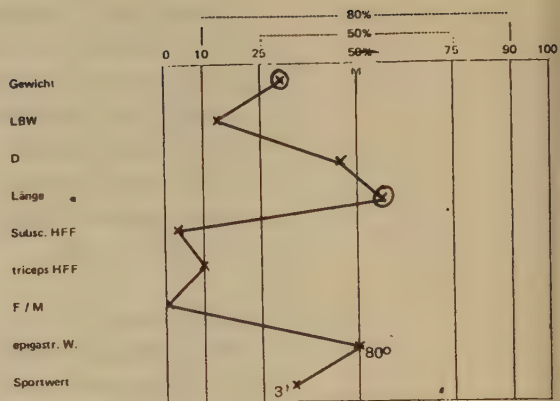
- b) Dagegen un die Abweichungstabelle eines Jungen, dessen Längen- und Gewichtsmaße denen des vorigen entsprechen: der aus den Diametern errechnete Wert des LBW ist relativ höher als das tatsächliche Gewicht und liegt am Rande des für diese Länge normalen Bereichs. Die HFF sind dünn, ihre Maßzahlen liegen unterhalb der 25. Perzentile wie auch das F/M Verhältnis. Der epigastrische Winkel beträgt 97° , der Sportwert 7 Punkte.

Bei diesem Jungen ist das Körpergewicht mehr durch den Knochenbau und die Muskulatur bestimmt als bei dem vorigen Jungen (a), bei dem das subcutane Fettpolster stärker ausgeprägt ist.

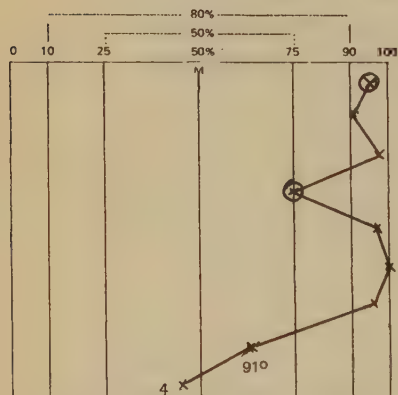
Zur weiteren Illustration noch die Schemata eines normalen (1), mageren (2), adipösen (3) und athletisch-muskulösen (4) Jungen. (Abb. 19)



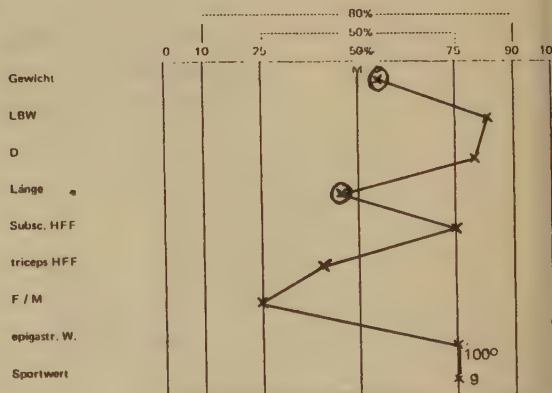
(1) normaler Jugendlicher



(2) magerer Jugendlicher



(3) adipöser Jugendlicher



(4) athletisch-muskulöser Jugendlicher

Abb. 19: Abweichungstabellen eines normalen (1), mageren (2), adipösen (3) und athletisch-muskulösen (4) Jugendlichen

Mit Hilfe dieser Methode können nun die adipösen Kinder bestimmt und charakterisiert werden. Quantitativ und qualitativ ergeben sich drei Gruppen:

1. Jugendliche mit stark ausgeprägter Adipositas
2. Jugendliche mit deutlich ausgeprägter Adipositas
3. Jugendliche mit leicht ausgeprägter Adipositas

1. Stark ausgeprägte Adipositas

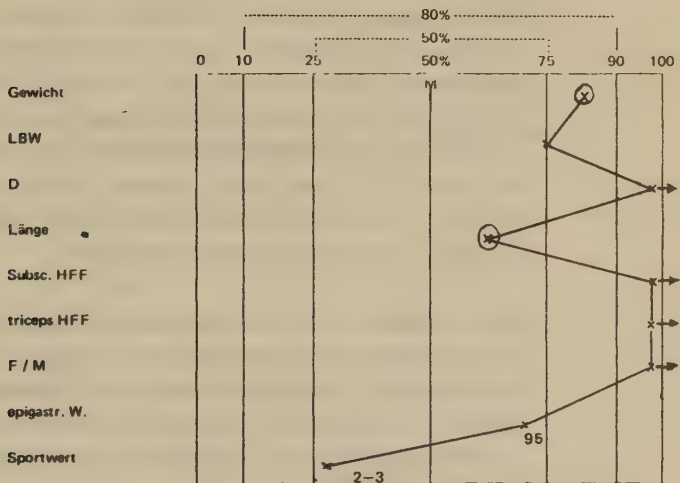


Abb. 20: Schema der Abweichungstabellen bei Jugendlichen mit stark ausgeprägter Adipositas (6 Jungen, 3 Mädchen)

Bei den Kindern dieser Gruppe ist das Gewicht deutlich über das der Körpergröße entsprechenden hinaus erhöht, ebenso - jedoch nicht so stark - das LBW.

Die Werte beider Haut-Fett-Falten, das Fett-Muskel-Verhältnis und die prozentuale Angabe der Differenz von Gewicht und LBW - bezogen auf das Gewicht - liegen extrem weit rechts, außerhalb des Bereichs, in dem sich 95 % aller Werte befinden. Der epigastrische Winkel hat bei den Jungen einen Mittelwert von 95° (Min. 85° , Max. 110°), bei den Mädchen von 84° (Min. 82° , Max. 100°). Der Sportwert bewegt sich zwischen zwei und drei Punkten, in einem Fall beträgt er acht.

Sechs Jungen und drei Mädchen gehören in diese Gruppe. Alle haben ein für ihre Größe überdurchschnittliches Gewicht. Die Körperlänge liegt bei drei Jungen (50 %) und zwei Mädchen (66 %) im mittleren Normbereich (zwischen P_{25} und P_{75}), bei zwei Jungen (33 %) und einem Mädchen (33 %) oberhalb, bei einem Jungen (17 %) unterhalb dieses Bereiches.

Das erhöhte LBW, der stumpfe epigastrische Winkel sowie die normale bzw. leicht erhöhte Körpergröße unterstreichen die Bedeutung der meso- und endomorphen Konstitution als Voraussetzung für die Entwicklung der Adipositas.

2. Deutlich ausgeprägte Adipositas.

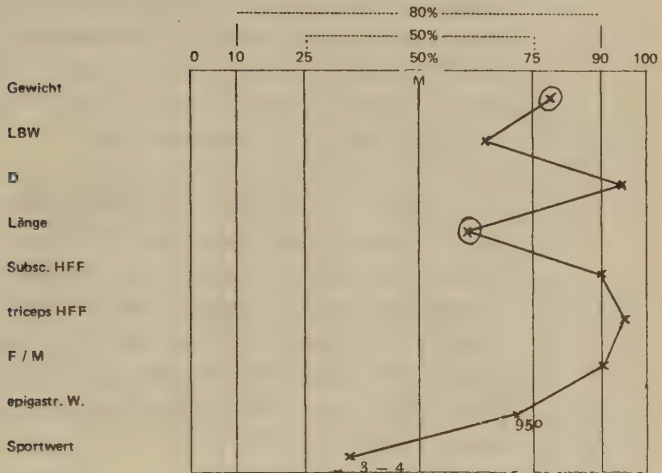


Abb. 21: Schema der Abweichungstabellen bei Jugendlichen mit deutlich ausgeprägter Adipositas (24 Jungen, 21 Mädchen)

Auch bei den Kindern dieser Gruppe ist das Gewicht, und in etwas geringerem Ausmaß auch das LBW, im Verhältnis zur Körperlänge erhöht, jedoch nicht so stark wie in der ersten Gruppe. Von den 24 deutlich adipösen Jungen sind 18 (75 %) eindeutig übergewichtig, von den 21 Mädchen alle (100 %). 4 Jungen (16,7 %) sind normalgewichtig (zw. P_{25} und P_{75}), 2 (8,3 %) leicht untergewichtig.

Die beiden gemessenen Haut-Fett-Falten, das Fett-Muskel-Verhältnis und D bewegen sich rechts auf der Grenze des Bereichs, in dem 95 % aller Werte liegen. Der epigastrische Winkel beträgt im Mittel bei den Jungen 95° (Min. 85° , Max. 114°), bei den Mädchen 86° (Min. 75° , Max. 96°), der Sportwert drei oder vier Punkte.

Die Körpergröße dieser deutlich adipösen Kinder liegt zum größten Teil im mittleren Normbereich (bei 15 (62,5 %) Jungen und 18 (85,7 %) Mädchen), bei 7 Jungen (29,2 %) und 3 Mädchen (14,3 %) oberhalb der 75. Perzentile, nur bei 2 Jungen (8,3 %) unterhalb der 25. Perzentile.

3. Leicht ausgeprägte Adipositas .

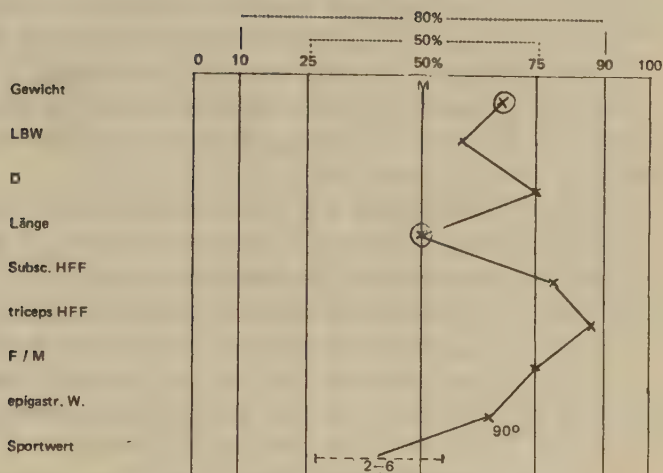


Abb. 22: Schemader Abweichungstabellen bei Jugendlichen mit leicht ausgeprägter Adipositas (11 Jungen, 18 Mädchen)

In diese Gruppe fallen 11 Jungen und 18 Mädchen. Auch hier ist das Gewicht in Relation zur Größe meist erhöht, liegt aber häufig noch im mittleren Normbereich. 8 Jungen (72 %) und 7 Mädchen (39 %) haben ein erhöhtes Gewicht, 2 Jungen (18,4 %) und 11 Mädchen (61 %) ein normales und 1 Junge (9,1 %) ein leicht erniedrigtes Körpergewicht. Der Wert für das LBW liegt immer noch links von der Gewichtsmarkierung als Zeichen dafür, daß das Gewicht über das für den Knochenbau erforderliche hinaus erhöht ist.

Die Werte für die Haut-Fett-Falten, das Fett-Muskel-Verhältnis und D liegen im Mittel in der Spanne zwischen den zur positiven Seite gerichteten Grenzen des 50 %- und 90 %-Bereiches. Manchmal ragt nur der Meßwert einer Haut-Fett-Falte weit in diesen Bereich hinein, während der der anderen ihn nicht erreicht.

Der epigastrische Winkel ist häufiger spitz als stumpf (bei den Jungen beträgt der kleinste Wert 80° , der größte 100° , bei den Mädchen 75° bzw. 95°), der Sportwert erreicht höhere Punktzahlen und bewegt sich zwischen zwei und sechs.

Auch diese Kinder haben überwiegend eine ihrem Alter entsprechende Körpergröße. 6 Jungen (54,4 %) und 10 Mädchen (55,5 %) fallen mit ihrer Länge in den mittleren Normbereich, 2 Jungen (18,4 %) und 8 Mädchen (44,5 %) sind größer und nur 3 Jungen (27,3 %) kleiner.

Es zeigt sich, daß nur in den Fällen der stark ausgeprägten Adipositas das Gewicht bei allen Kindern deutlich erhöht ist, während in den

beiden anderen Gruppen die Häufigkeit der Adipositas bei relativer Normalgewichtigkeit zunimmt. Deshalb ist es notwendig, die übrigen Kriterien heranzuziehen, besonders das Verhältnis vom LBW zum Gewicht und die Haut-Fett-Falten. Deren stärkere Ausprägung bewirkt in allen drei Gruppen ein Gewicht, das über das vom Knochenbau her erforderte (= LBW) hinausgeht, obwohl dieses schon im Schnitt oberhalb des Mittelwertes bei den Adipösen liegt. In dem Maße wie die Adipositas geringer wird, nimmt auch die Dominanz von meso- und endomorphen Anteilen der Gestalt ab zugunsten der ektomorphen, erkenntlich an den durchschnittlich niedrigeren Werten für das LBW und dem häufigeren Auftreten von rechten und spitzen epigastrischen Winkeln.

Gleichzeitig steigt der Sportwert als Zeichen größerer körperlicher Aktivität an.

Neben den adipösen Jugendlichen gibt es noch eine Gruppe von übergewichtigen, nicht adipösen, die zehn Jungen und zehn Mädchen umfaßt.

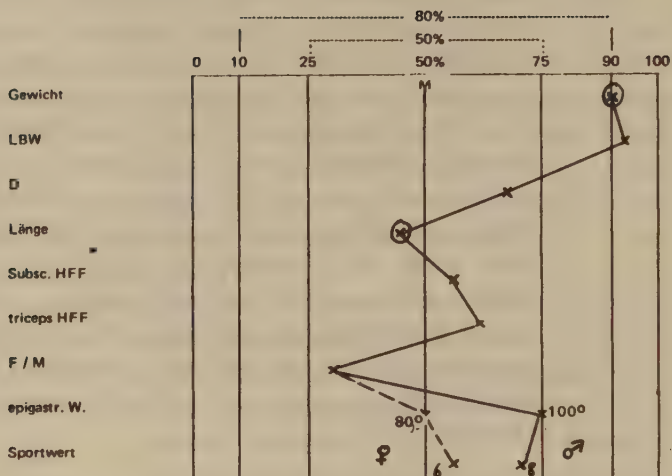


Abb. 23: Schema der Abweichungstabellen bei Jugendlichen mit Übergewichtigkeit ohne Adipositas (10 Jungen, 10 Mädchen)

Bei diesen ist das LBW in gleichem oder noch stärkerem Ausmaß wie das Gewicht erhöht, die durchschnittliche Körperlänge liegt etwas unter den Jahresmittelwerten. Die Differenz zwischen Gewicht und LBW prozentual zum Gewicht bewegt sich im mittleren Normbereich, ebenso die Haut-Fett-Falten und das Fett-Muskel-Verhältnis, letzteres mit einer Tendenz zur unteren Grenze als Zeichen eines höheren Anteils an Muskulatur am Arm. Der epigastrische Winkel beträgt bei den Jungen durchschnittlich 100° , bei den Mädchen 80° . Auffällig ist die in dieser Gruppe erhöhte sportliche Aktivität, die bei den Jungen zu einem mittleren Sportwert von acht und bei den Mädchen von sechs Punkten führt.

Das erhöhte Gewicht erklärt sich also bei diesen Jugendlichen durch ein breiteres Skelett und kräftiger entwickelte Muskulatur.

II. Prozentuale Häufigkeit der Adipositas bei Mädchen und Jungen und in den verschiedenen Altersstufen

Insgesamt sind 42 der 229 untersuchten Mädchen adipös = 18,4 %. Davon haben 18 eine leicht ausgeprägte Adipositas = 7,9 %, 21 eine deutlich ausgeprägte Adipositas = 9,2 %, 3 eine stark ausgeprägte Adipositas = 1,3 %, was einem Verhältnis von 6 : 7 : 1 entspricht. Von den 246 untersuchten Jungen sind 43 adipös = 17,5 %. Von diesen haben 13 eine leicht ausgeprägte Adipositas = 5,3 %, 24 eine deutlich ausgeprägte Adipositas = 9,8 %, 6 eine stark ausgeprägte Adipositas = 2,4 %, was einem Verhältnis von 2,2 : 4 : 1 entspricht.

Es zeigt sich, daß die prozentuale Häufigkeit des Auftretens der Adipositas mit ungefähr 18 % bei männlichen und weiblichen Adoleszenten gleich ist, jedoch Unterschiede in der Häufigkeit der einzelnen Ausprägungsgrade bestehen. (Abb. 24) Bei den Mädchen findet man die leichte Form der Adipositas häufiger als bei den Jungen, die stark ausgeprägte Form bei den Jungen häufiger, während der Anteil der deutlich ausgeprägten Adipositas bei Mädchen und Jungen in gleichem Umfang anzutreffen ist.

Unterschiedlich ist außerdem die Verteilung der Adipositas und ihrer einzelnen Ausprägungsgrade in den verschiedenen Altersstufen beider Geschlechter. (s. Abb. 25 u. 26)

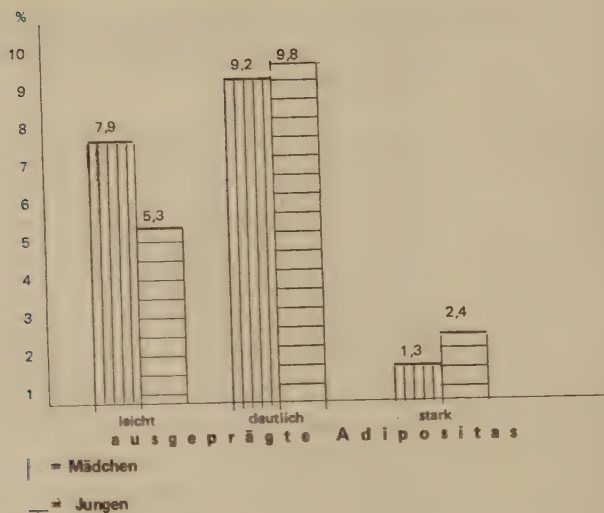
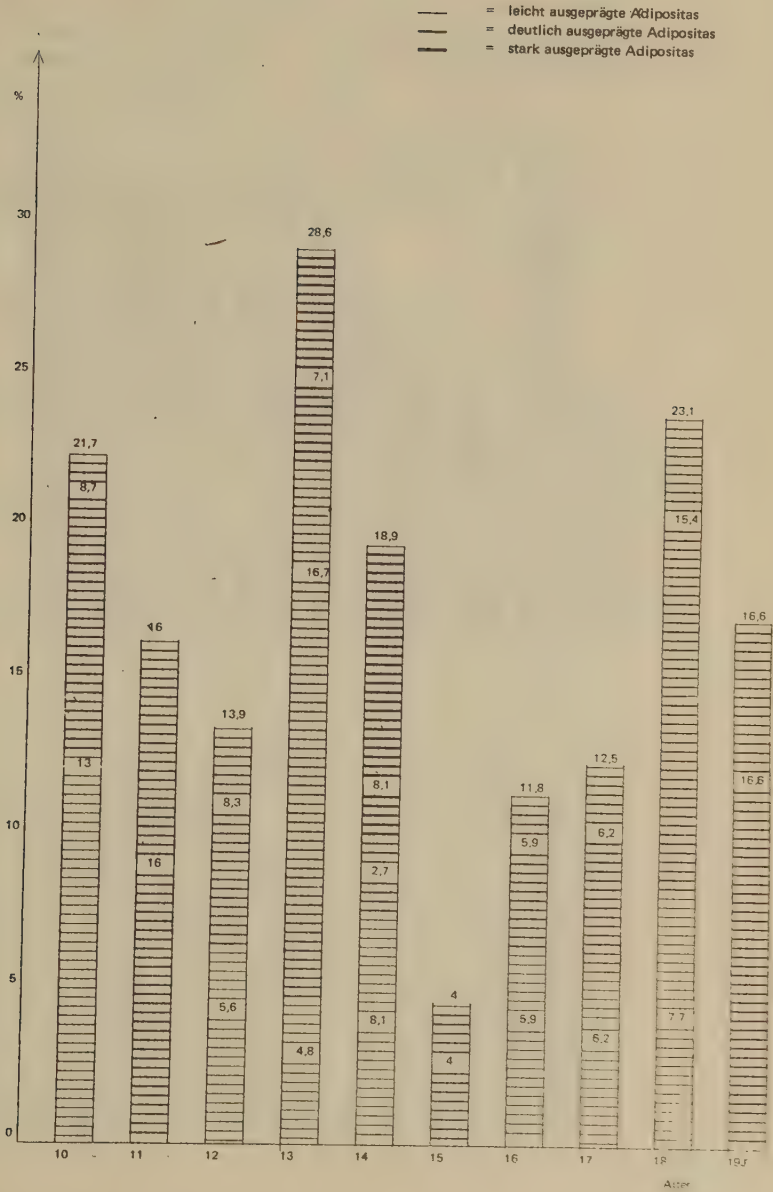


Abb 24: Prozentualer Anteil der drei verschiedenen Grade der Adipositas an der Gesamtzahl der untersuchten männlichen und weiblichen Adoleszenten

Abb. 25: Prozentuale Häufigkeit der drei Grade der Adipositas in den verschiedenen Altersstufen bei Jungen



Bei den Jungen (Abb. 25) findet man die Fälle von stark ausgeprägter Adipositas bei den 13- und 14jährigen; in der Altersstufe der 13jährigen, der Zeit der Pubertät, erreicht die Adipositas überhaupt mit 28,6 % das Maximum ihres prozentualen Anteils. Zwei kleinere Gipfel findet man noch - einen in der praepuberalen Phase bei 10 Jahren mit 21,7 %, den anderen nach Abschluß des Längenwachstums bei 18 Jahren mit 23,1 %. Das Minimum des Auftretens der Adipositas beträgt 4 % und liegt bei den 15jährigen.

Die nur leicht ausgeprägte Adipositas kommt zur Zeit der Praepubertät (10 J) vor Beginn des verstärkten Längenwachstums am häufigsten vor (13 %) und erscheint dann in den folgenden Jahren mit niedrigerem Anteil.

Bei den Mädchen (Abb. 26) sind die Schwankungen des prozentualen Anteils der Adipositas an der Gesamtzahl eines Jahrgangs nicht so stark ausgeprägt wie bei den Jungen, vielmehr findet man eine gleichmäßigere Verteilung in dem Bereich von 10 bis 18 Jahren.

Der höchste Wert beträgt 22,1 % und ist bei den 10jährigen zu suchen, wird aber in den Jahrgängen der 13- und 17jährigen mit 21,3 % bzw. 21,4 % fast in gleicher Höhe erreicht. Das Minimum liegt bei 16 Jahren (11,8 %) und 18 Jahren (11,1 %), hat jedoch einen höheren Wert als bei den Jungen (4 %). Die stark ausgeprägte Adipositas findet man auf die drei Altersstufen der 10-, 14- und 15jährigen verteilt, die leicht ausgeprägte ist vorherrschend bei den 12-, 13-, 16- und 17jährigen und dort mit einem hohen Anteil von 12 - 15 % vertreten.

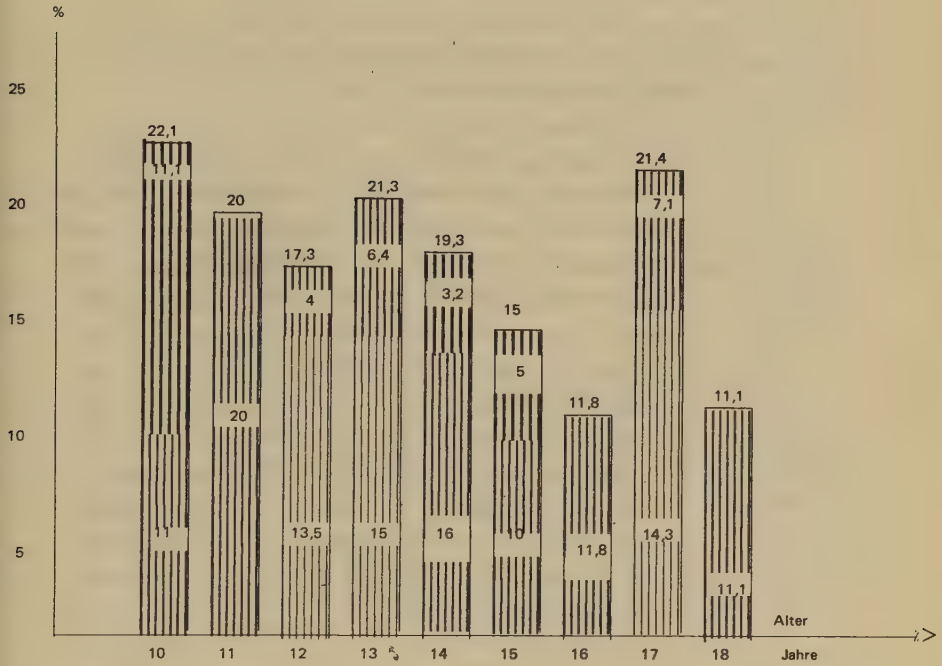


Abb. 26: Prozentuale Häufigkeit der drei Grade der Adipositas in den verschiedenen Altersstufen bei Mädchen

- = stark ausgeprägte Adipositas
- = deutlich ausgeprägte Adipositas
- = leicht ausgeprägte Adipositas

III. Sind die adipösen Jugendlichen größer als ihre schlanken Altersgenossen?

Zur Beantwortung dieser Frage wurden zwei Tests durchgeführt:

- a) Anhand der Düsseldorfer Längen-Gewichts-Tabellen von 1969 (59) stellte man für jedes Kind fest, auf welcher Percentile seine Größe liegt (Tab. 11). Die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Percentilen bei adipösen und schlanken Jungen und Mädchen wurde im Chi-Quadrat-Test untersucht, um herauszufinden, ob ein unterschiedliches Verteilungsmuster mit der Tendenz zum häufigeren Vorkommen größerer Körperlängen bei den Adipösen vorliegt. Jedoch ergaben sich weder bei den Mädchen ($\alpha = 24,8\%$) noch bei den Jungen ($\alpha = 22,0\%$) signifikante Unterschiede.

Percentil	schlanke		♀ adipöse		schlanke		♂ adipöse	
	n	%	n	%	n	%	n	%
P ₃	4	2,2	0	0	9	4,6	1	2,4
P ₁₀	10	5,6	0	0	12	6,2	4	9,5
P ₂₅	30	16,9	8	19,0	28	14,4	9	21,4
P ₅₀	54	30,4	12	28,6	49	25,1	8	19,0
P ₇₅	40	22,4	12	28,6	57	29,2	7	16,7
P ₉₀	27	15,2	4	9,5	23	12,3	10	23,8
P ₉₇	13	7,3	6	14,3	16	8,2	3	7,1

Tab. 11: Prozentuale Verteilung der Körpergrößen adipöser und schlanker Jugendlicher auf die Percentilen P₃ - P₉₇

Von WOLFF (98), BRUCH (14), SELTZER (91), FANCONI (30) sowie GARN und HASKELL (36) war die oben gestellte Frage positiv beantwortet worden. BRUCH berichtete sogar, daß ein Drittel der von ihr untersuchten adipösen Kinder ihren Altersgenossen in der Länge um zwei Jahre vorausgewesen sei.

Deshalb wurde noch ein weiterer Test angeschlossen, wobei die Größe jedes adipösen Mädchens und Jungen mit der eines gleichaltrigen schlanken Kindes - in der nach dem Alter geordneten Tabelle vor ihm stehend - verglichen und die Häufigkeit beider Möglichkeiten: "größer" und "kleiner" geprüft wurde. Es ergab sich folgendes Bild: die 10- bis 12jährigen adipösen Mädchen wie Jungen sind signifikant größer als ihre schlanken Altersgenossen ($\alpha = 4,92\%$ bei den Mädchen, $\alpha = 4,61\%$ bei den Jungen), während sich bei den älteren, den 13- bis 18jährigen, die Häufigkeit von "größer" und "kleiner" die Waage hält ($\alpha = 50\%$ bei Jungen und Mädchen). Dieses Ergebnis kann so interpretiert werden, daß bis zum 13. Lebensjahr die erhöhte Kalorienzufuhr bei den Adipösen die Skelettreifung beschleunigt, wie im Rahmen dieser "Frühreife" auch die Menarche vorverlegt ist, danach jedoch durch früheren Epiphysenschluß die Größenunterschiede zu den schlanken Jugendlichen wieder ausgeglichen werden.

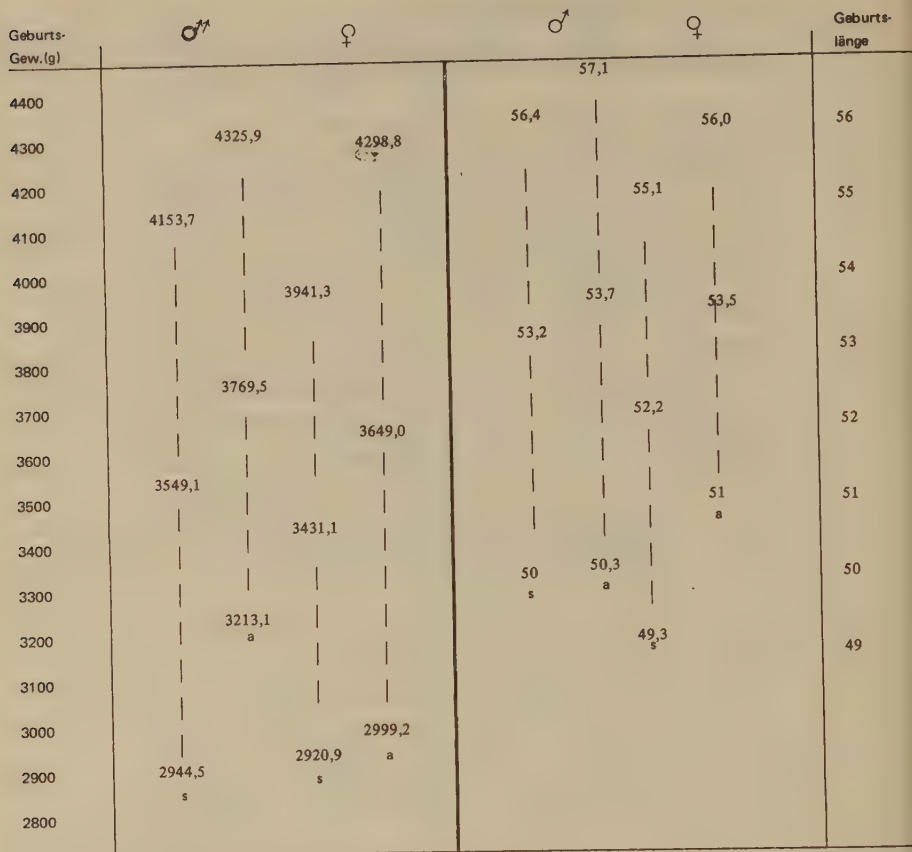
IV. Vergleich des mittleren Geburtsgewichts und der mittleren Geburtslänge adipöser und schlanker Jugendlicher

Die Frage, ob adipöse Jugendliche schon bei der Geburt schwerer und größer waren, interessiert einmal, da sie die Längsschnittbeobachtung adipöser Kinder vervollkommen und den Zeitpunkt des Auftretens der Adipositas mitzubestimmen hilft. Zum anderen ist durch die neueren Untersuchungen der Mechanismen im Wachstum des Fettgewebes (BRAY (10)) die Vermutung unterstützt worden, daß eine größere Anzahl von Fettzellen mit größerem Durchmesser schon sehr früh die Disposition eines Menschen zur Fettleibigkeit anzeigt.

Aus diesem Grund wurden die mittleren Geburtsgewichte und Geburtslängen der adipösen und schlanken Jungen und Mädchen mit ihren Standardabweichungen (s_e) und Abweichungen des Mittelwertes (s_m) berechnet und auf signifikante Unterschiede im t-Test nach STUDENT geprüft.

<u>Geburtsgewicht</u>							
	$\bar{x}$	Se	Sm	n	t	α	Signifikanz
♂ schlank	3549,1	604,6	43,2	196			
♂ adipös	3769,5	556,4	86,9	41	2,151	3,25 %	+
♀ schlank	3431,1	510,2	37,8	182			
♀ adipös	3649,0	649,8	104,0	39	2,299	2,24 %	+
<u>Geburtslänge</u>							
♂ schlank	53,2	3,2	0,22	196			
♂ adipös	53,7	3,4	0,53	41	0,757	44,99 %	Ø
♀ schlank	52,2	2,9	0,22	182			
♀ adipös	53,5	2,5	0,40	39	2,489	1,36 %	+

Tab. 12: t-Test nach STUDENT zum Vergleich der Geburtsgewichte u. -längen schlanker und adipöser Mädchen und Jungen.



cm

Abb. 27: Darstellung der mittleren Geburtsgewichte und mittleren Geburtslängen schlanker (s) und adipöser (a) Jugendlicher mit ihren Standardabweichungen s_e

Die Ergebnisse sind in Tab. 12 und Abb. 27 dargestellt und zeigen, daß das Mittel des Geburtsgewichts adipöser Mädchen ($\bar{x} = 3649$ g) u. Jungen ($\bar{x} = 3769,5$) um etwa 220 g, das sind 6,2 % ♂ bzw. 6,36 % ♀, höher liegt als das schlanker Kinder. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($\alpha = 3,25$ % ♂) ($\alpha = 2,24$ % ♀).

Die mittlere Geburtslänge adipöser Kinder ist ebenfalls erhöht gegenüber der schlanker Adoleszenten; allerdings ist der Unterschied nur bei Mädchen statistisch als signifikant bewiesen ($\alpha = 1,36$ %).

Betrachtet man den für schlanke Kinder bestimmten Wert des mittleren Geburtsgewichts plus einfache Standardabweichung, der bei Jungen 4153,7 g, bei Mädchen 3941,3 g beträgt, als obere Grenze eines normalen mittleren Bereichs, so wird dieser von acht adipösen Jungen und zehn adipösen Mädchen überschritten. Die höchsten, bei ihnen nachzuweisenden Geburtsgewichte waren zweimal 5 kg bei Jungen und je einmal 5,05 kg und 6 kg bei Mädchen, die niedrigsten ($< 2,9$ kg) zweimal bei Mädchen, einmal bei Jungen.

BRUCH (14) hatte 1939 die Geburtsgewichte von je 45 adipösen und schlanken Kindern verglichen, aber keine signifikanten Unterschiede feststellen können. Angaben über die Geburtslängen lagen ihr nicht vor.

Es ist möglich, daß das in den letzten Jahren immer reichlichere Nahrungsangebot das Kind in utero wachstumsfördernd beeinflusst und die Zahl der Fettzellen dadurch schon bei der

Geburt bei einer Anzahl von Kindern gegenüber der Norm erhöht sein kann, womit die Disposition zur Entwicklung der Adipositas geschaffen wäre.

Wahrscheinlicher erscheint jedoch die Interpretation, daß die Zahl der Fettzellen bereits genetisch determiniert ist.

V. Vergleich der Körpergestalt der Eltern adipöser, schlanker und übergewichtiger Jugendlichen und der Geschwisterzahl

1. Vergleich der Körpergestalt von Eltern adipöser und schlanker Kinder

Die Angaben zur Körpergestalt der Eltern entstammen den ausgefüllten Fragebögen, in denen folgende Typen zur Auswahl angeboten wurden: 1 = mager, 2 = schlank, 3 = kräftig-muskulös, 4 = etwas dick (vollschlank), 5 = sehr dick (korpulent)

Sie wurden für die Eltern schlanker und adipöser Jungen und Mädchen getrennt ausgewertet, wobei

a) die prozentuale Häufigkeit des Vorkommens einzelner Körpergestaltstypen berechnet und in Histogrammen graphisch dargestellt wurden und

b) die beobachteten Häufigkeitsziffern in

den vier verschiedenen Verteilungsmustern im Chi-Quadrat-Test miteinander verglichen wurden.

- Zu a) Die Tabellen 13 u. 14 enthalten die absoluten Zahlen und prozentualen Anteile der Häufigkeit des Auftretens der fünf verschiedenen Körpergestaltstypen bei den Vätern (Tab. 13) und Müttern (Tab. 14). Dabei werden die Eltern der Jungen und Mädchen sowie die der schlanken und adipösen Jugendlichen getrennt betrachtet. Den Tabellen entsprechen die Histogramme der Abbildungen 28 und 29.

Aus diesen wird ersichtlich, daß bei den Vätern (Abb. 28) schlanker Jugendlicher die Typen "schlank", "kräftig-muskulös" und "etwas dick, vollschlank" mit einer Häufigkeit von jeweils ca. 32 % fast gleich stark vertreten sind. Magerkeit tritt nur bei 1 % auf, ausgesprochene Fettleibigkeit (= sehr dick) bei 2,5 % der Väter schlanker Jungen aber bei 6,5 % derer schlanker Mädchen. Da der vollschlanke Typ bei den Vätern schlanker Töchter weniger häufig als bei denen schlanker Söhne vorkommt (26,8 % gegenüber 31,5 %), scheint die Adipositas bei den Vätern der untersuchten schlanken Mädchen bei gleicher Häufigkeit des Auftretens insgesamt (etwas dick + sehr dick) öfter stärkere Ausmaße zu haben.

Diese Tendenz wird bei den Vätern adipöser Jugendlicher deutlicher. Hier steigt

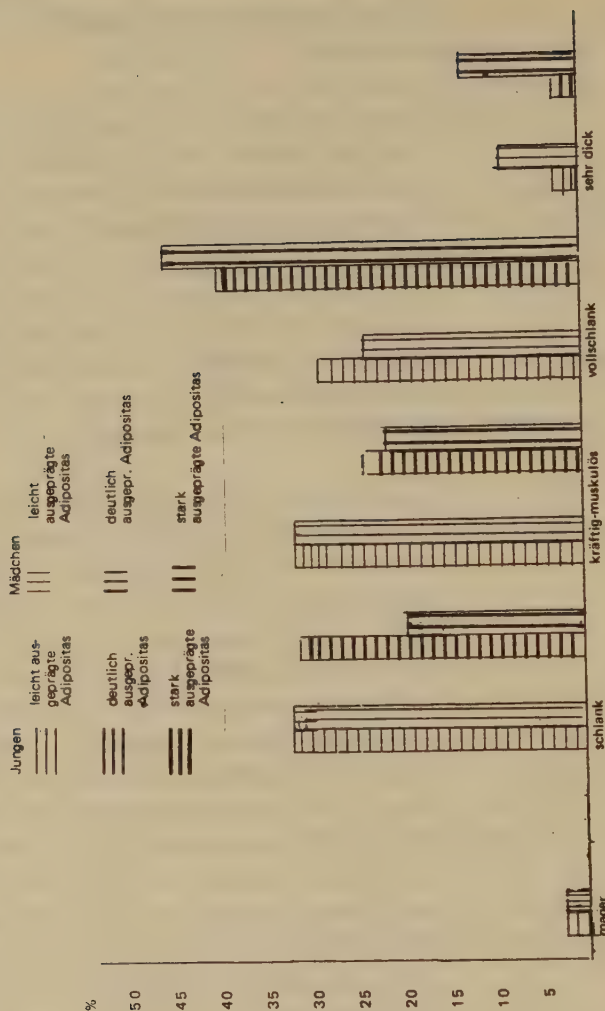


Abb. 28: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Körpergestaltstypen der Väter von adipösen und nicht adipösen Jugendlichen (in %)

Väter	nicht adipöser				adipöser			
	Jungen		Mädchen		Jungen		Mädchen	
	n	%	n	%	n	%	n	%
(1) mager	2	1,0	2	1,1	0	0	0	0
(2) schlank	64	32,5	60	32,8	13	31,7	7	18,0
(3) kräftig-muskulös	64	32,5	60	32,8	10	24,4	9	23,1
(4) vollschlank	62	31,5	49	26,8	17	41,5	18	46,2
(5) sehr dick	5	2,5	12	6,5	1	2,4	5	12,8
	197		183		41		39	
	===		===		==		==	

Tab. 13: Absolute und prozentuale Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Körpergestaltstypen bei den Vätern adipöser und nicht adipöser Jungen und Mädchen

der prozentuale Anteil sehr dicker Väter von dicken Mädchen bis auf 12,8 % an, während er bei denen dicker Jungen gleich denen schlanker Söhne bleibt, nämlich 2,4 %. Magere Väter gibt es in dieser Gruppe nicht.

Die Auftrittshäufigkeit des Typs "etwas dick" erhöht sich bei den Vätern adipöser Jungen um 10 % (von 31,5 % auf 41,5 %), bei denen adipöser Mädchen um 20 % (von 26,8 % auf 46,2 %) im Vergleich zu der ersten Gruppe. Dieser Anstieg erfolgt auf Kosten der Häufigkeit schlanker und kräftig-muskulärer Väter, die besonders bei denen adipöser Töchter stark absinkt (von 32,8 % auf 18 % in der Rubrik "schlank" und von 32,8 % auf 23,1 % in der Rubrik "kräftig-muskulös").

Tabelle 14 und Abbildung 29 zeigen entsprechende Veränderungen im Verteilungsmuster der verschiedenen Körpergestaltstypen bei den Müttern.

Magerkeit und starke Adipositas sind bei den Müttern schlanker Jugendlicher wiederum nur sehr gering vertreten, ebenso - im Gegensatz zu den Vätern - der "kräftig-muskulöse" Typ, der nur 7 bzw. 5 % ausmacht. Da "etwas dicke" Mütter mit 24 % ebenso häufig sind wie "etwas dicke" Väter, muß der relative Anteil an schlanken Müttern höher liegen als der schlanker Väter. Er beträgt 53,7 % bzw. 59,5 % bei den Müttern schlanker Söhne bzw. Töchter.

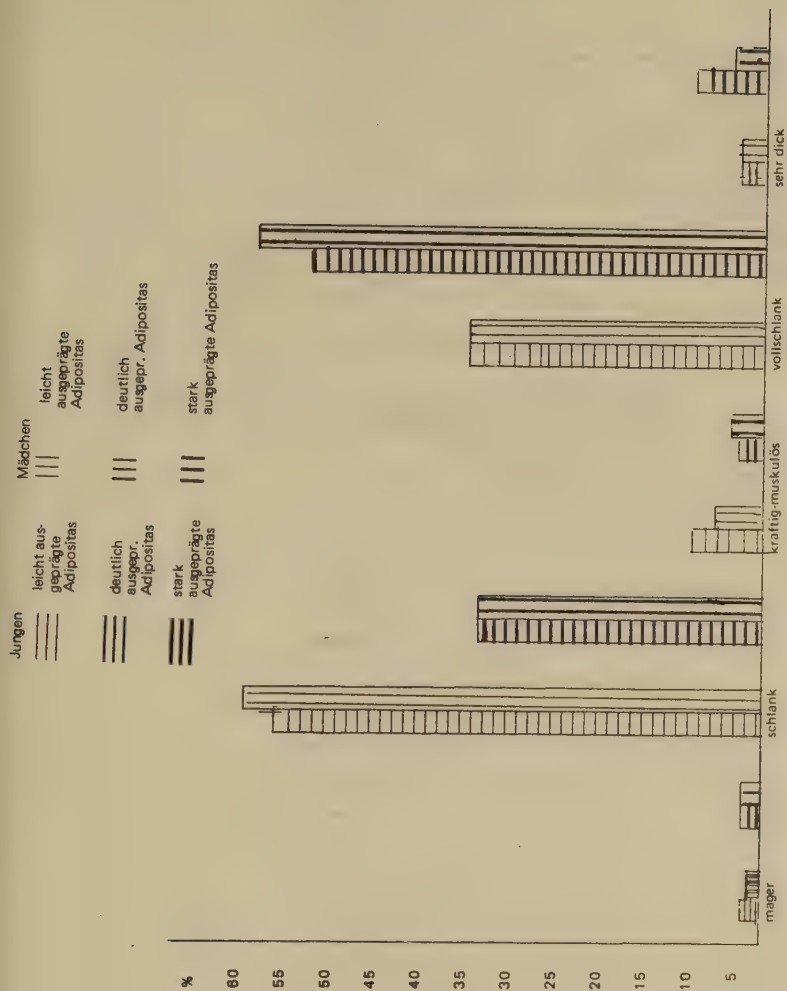


Abb. 29: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Körpergestaltstypen der Mütter von adipösen und nicht adipösen Jugendlichen (in %)

Mütter	nicht adipöser				adipöser			
	Jungen		Mädchen		Jungen		Mädchen	
	n	%	n	%	n	%	n	%
(1) mager	6	3,0	3	1,6	0	0	1	2,6
(2) schlank	108	53,7	110	59,5	14	33,4	13	33,3
(3) kräftig-muskulös	14	7,0	9	4,9	1	2,3	1	2,6
(4) vollschlank	68	33,8	63	34,0	22	52,5	23	59,0
(5) sehr dick	5	2,5	0	0	5	12,0	1	2,6
	201		185		42		39	
	==		==		==		==	

Tab. 14: Absolute und prozentuale Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Körpergestaltstypen bei den Müttern adipöser und nicht adipöser Jungen und Mädchen

Sehr charakteristisch wird das Verhältnis von schlanken zu etwas adipösen Frauen = 53,7 % (59,5 %) : 34 % zahlenmäßig genau umgedreht, wenn man die Mütter adipöser Mädchen und Jungen betrachtet. Bei diesen sieht es so aus: schlank zu etwas adipös = 33 % zu 52,5 % (59 %). Der prozentuale Anteil des "kräftig-muskulösen" Typs sinkt noch etwas weiter ab auf ca. 2,5 %, der des "sehr dicken" steigt an, besonders bei den Müttern adipöser Jungen (auf 12 %).

Diese Darstellung zeigt, daß sich das für die Eltern schlanker Kinder charakteristische Verteilungsmuster deutlich von dem der Eltern adipöser Kinder unterscheidet. Während die Väter schlanker Jugendlicher in gleichem Umfang schlank, kräftig-muskulös und etwas dick sind, wird diese gleichmäßige Verteilung bei den Vätern adipöser Jugendlicher aufgelöst. Der kräftig-muskulöse Typ tritt seltener auf, der adipöse nimmt auf Kosten des schlanken zu, besonders stark bei den Vätern dicker Töchter.

Dicke Jungen haben dagegen häufiger sehr adipöse Mütter, die leichte Adipositas ist bei den Müttern dicker Kinder ebenso häufig zu finden wie die Schlankheit bei den Müttern schlanker Kinder und umgekehrt.

Zu b) Die Beurteilung der Häufigkeitsziffern und Prüfung auf signifikante Unterschiede im Verteilungsmuster erfolgte mit Hilfe des Chi-Quadrat-Testes. Dabei wurde die

Verteilung der Körpergestalt auf die fünf verschiedenen Gestaltstypen bei den Vätern und Müttern schlanker Jungen und Mädchen mit der bei den Eltern adipöser Jugendlicher verglichen.

Da die zu vergleichenden Gruppen beim Chi-Quadrat-Test nicht zu klein sein dürfen, wurden z.T. die Gruppen "etwas dick" (4) und "sehr dick" (5), bzw. "mager" (1) und "schlank" (2) zusammengefaßt.

Der Unterschied zwischen den Müttern adipöser und schlanker Jungen und Mädchen ist statistisch hoch signifikant ($\alpha = 0,298 \%$ bei Müttern adipöser und schlanker Söhne, $\alpha = 0,595 \%$ bei Müttern adipöser und schlanker Töchter). Durch welche Verschiebungen innerhalb des Verteilungsmusters die signifikanten Unterschiede besonders bewirkt werden, ist an den einzelnen hohen Werten von Chi-Quadrat innerhalb einer Gruppe der Tabelle 15 abzulesen, und sie entsprechen den Ergebnissen, die unter a) ausführlich dargestellt wurden. Lediglich der Unterschied zwischen den Vätern adipöser und schlanker Söhne ist nicht so ausgeprägt, so daß mit $\alpha = 43,2 \%$ hier keine Signifikanz nachgewiesen werden konnte. Bei den Vätern adipöser und schlanker Töchter ist der Unterschied jedoch so groß, daß er mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 2,6 \%$ als signifikant angenommen werden kann.

Verteilungsmuster der Körpergestaltstypen	Häufigkeit F		erwartete Häufigkeit FE		Chi-Quadrat	Chi-Quadrat	Unterschied	
	a	b	a	b				
								schlank
von	(1+2)	66	13	65,4	13,6	0,006	0,027	
Vätern von	(3)	64	10	61,3	12,7	0,123	0,592	1,678
Jungen (a u. b)	(4+5)	67	18	70,4	14,6	0,160	0,770	43,2 % nicht signifikant
von Vätern	(1+2)	62	7	56,9	12,1	0,461	2,164	
von Mädchen	(3)	60	9	56,9	12,1	0,171	0,804	
(a u. b)	(4)	49	18	55,2	11,8	0,703	3,297	9,247
	(5)	12	5	14,0	3,0	0,289	1,358	2,6 % signifikant
von Müttern	(1)	6	0	5,0	1,0	0,217	1,037	
von Jungen	(2)	108	14	100,9	21,1	0,498	2,382	hoch
(a u. b)	(3)	14	1	12,4	2,6	0,204	0,978	16,03
	(4)	68	22	74,4	15,6	0,558	2,670	0,298 % signifikant
	(5)	5	5	8,3	1,7	1,294	6,193	
von Müttern	(1+2)	113	14	104,9	22,1	0,627	2,976	hoch
von Mädchen	(3)	9	1	8,3	1,7	0,066	0,315	10,25
(a u. b)	(4+5)	63	24	71,9	15,1	1,091	5,174	0,595 % signifikant

Tab. 15: Chi-Quadrat-Test zur Prüfung signifikanter Unterschiede zwischen dem Verteilungsmuster der Körpergestaltstypen von Eltern schlanker und adipöser Jugendlicher

1 = mager, 2 = schlank, 3 = kräftig-muskulös, 4 = etwas dick (vollschlank), 5 = sehr dick (korpulent)

V. 2. Verteilung der Körpergestaltstypen der Eltern von übergewichtigen, nicht adipösen Kindern

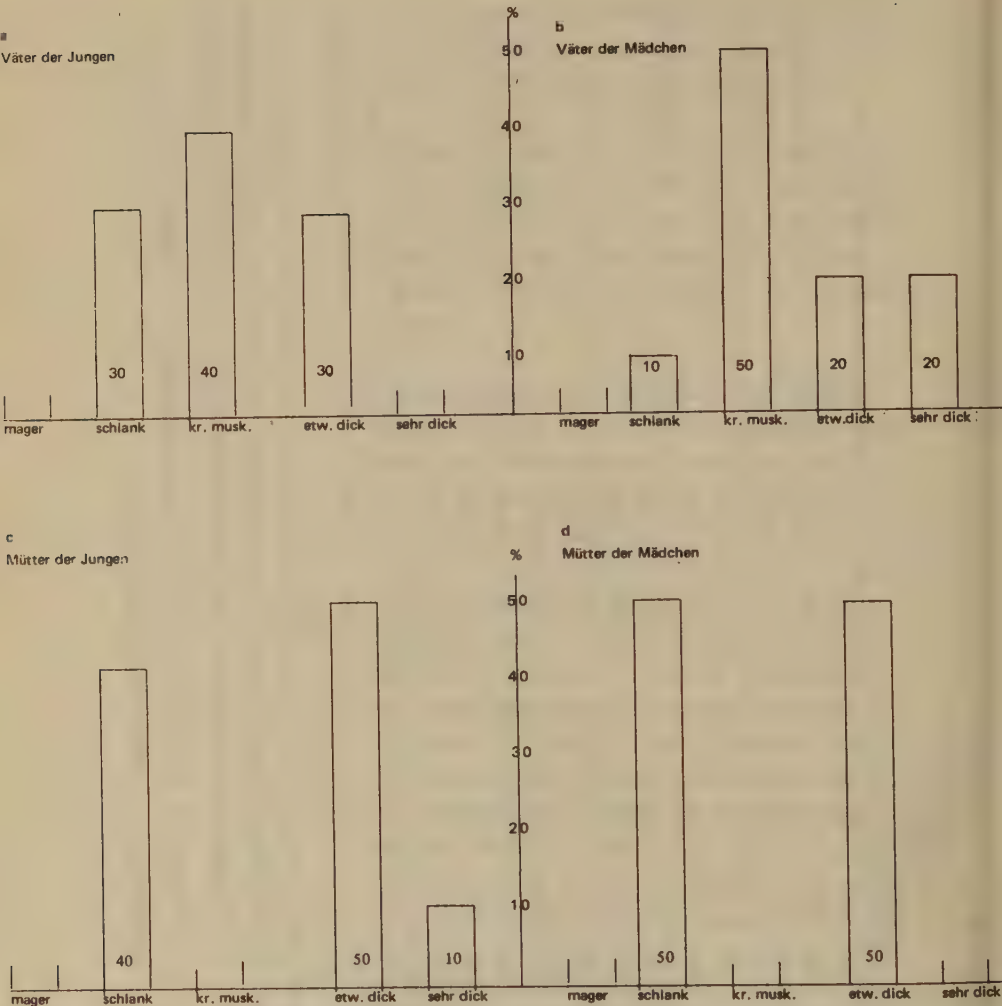


Abb. 3f Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Körpergestaltstypen bei Vätern und Müttern übergewichtiger, nicht adipöser Jungen und Mädchen

- a) Bei den Vätern übergewichtiger, nicht adipöser Jungen sind die Körperbautypen gleichmäßig auf die mittleren drei Rubriken verteilt: 30 % schlank, 40 % kräftig-muskulös, 30 % etwas dick. Magere und sehr dicke Väter fehlen.
- b) Auch bei den Vätern der übergewichtigen Mädchen ist der kräftig-muskulöse Typ mit 50 % am häufigsten vertreten, auffallend häufig der dicke Typ ("etwas dick" und "sehr dick" je 20 %), der "schlanke" jedoch nur mit 10 %. Magerkeit kommt bei den Vätern auch in dieser Gruppe nicht vor.
- c) u. d) Bei den Müttern der übergewichtigen Jungen und Mädchen fehlt ebenfalls die magere Körpergestalt, jedoch auch der kräftig-muskulöse Typ. Ihr Körperbau ist nur in den Rubriken schlank und leicht adipös zu gleichen Teilen bei den Müttern der Mädchen und in den Rubriken schlank (40 %), leicht adipös (50 %) und sehr adipös (10 %) bei den Müttern der übergewichtigen Jungen vertreten. Bei ihnen ist also die Adipositas stärker gehäuft als bei den Müttern normalgewichtiger, nicht adipöser Jungen.

Da die Anzahl der übergewichtigen, nicht adipösen Jugendlichen mit je 10 Jungen und Mädchen verhältnismäßig gering ist, wurde keine statistische Analyse durchgeführt.

Auf diese beiden Gruppen beschränkt kann man jedoch feststellen, daß der

kräftig-muskulöse Typ bei den Vätern sehr stark vertreten ist, bei den Vätern der übergewichtigen Mädchen auch die Adipositas. Auffällig aber ist vor allem die relativ große Häufigkeit der Fettleibigkeit der Mutter, die die Vermutung nahelegt, daß aus den augenblicklich übergewichtigen, nicht adipösen Jungen und Mädchen später leichter übergewichtige, adipöse Erwachsene werden.

3. Geschwisterzahl und Geschlechtsverhältnis in den Familien von adipösen und schlanken Kindern

Nachdem eine Kontrollgruppe von je 42 schlanken Mädchen und Jungen zu 83 adipösen Jugendlichen zusammengestellt worden war, wurde im Vergleich untersucht, ob

- a) die Zahl der Einzelkinder unter den Adipösen größer ist als unter den Schlanken der Kontrollgruppe und
- b) sich die Familiengrößen und das Verhältnis von Jungen zu Mädchen in beiden Gruppen voneinander unterscheiden.

Zu a) Von 83 adipösen Jugendlichen waren 14 = 16,9 % Einzelkinder, von 84 Schlanken nur 9 = 10,7 %.

Dieses Ergebnis kann die Auffassung der Psychologen unterstützen, daß die Entstehung der Adipositas durch eine zu

enge, auf das Essen konzentrierte Elternbindung gefördert wird und daß dieser Mechanismus beim Einzelkind besonders häufig anzutreffen ist. BRUCH (15) und FRY (35) hatten dieses Phaenomen in ihren amerikanischen Untersuchungsreihen ebenfalls bestätigt gefunden.

Zu b) In Familien mit wenigstens einem adipösen Kind lag die durchschnittliche Kinderzahl pro Familie bei 2,62 Kindern, bei 3,14 in denen der schlanken Kontrollgruppe. (s. Abb. 31)

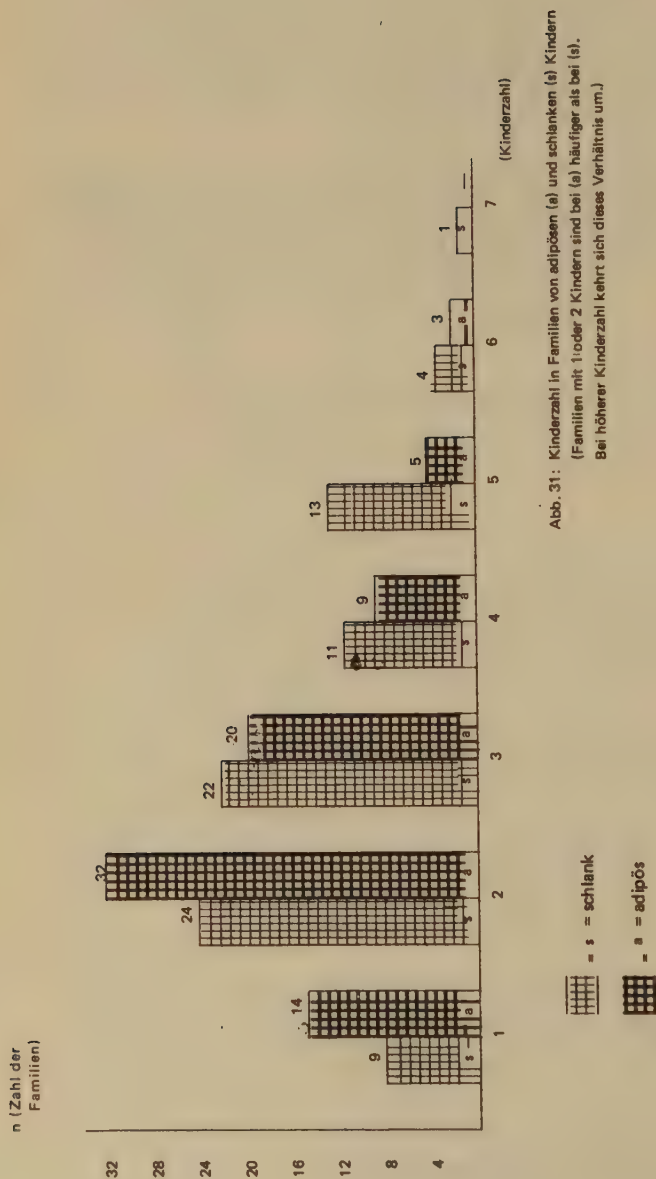


Abb. 31: Kinderzahl in Familien von adipösen (a) und schlanken (s) Kindern
(Familien mit 1 oder 2 Kindern sind bei (a) häufiger als bei (s).
Bei höherer Kinderzahl kehrt sich dieses Verhältnis um.)

Das Verhältnis von Jungen zu Mädchen unterschied sich kaum, es betrug $1,2 : 1 = \text{♂} : \text{♀}$ in den Familien mit einem adipösen Kind, $1,1 : 1 = \text{♂} : \text{♀}$ in denen mit einem schlanken Kind gleichen Alters. BRUCH (15) hatte zwar festgestellt, daß die Familiengröße bei dicken Kindern weniger als zwei Kinder beträgt, die Ergebnisse der Analyse von FRY (35) stimmen jedoch mit den hier gefundenen überein: In Familien mit einem dicken Kind findet man durchschnittlich zwei bis drei Kinder, in denen der Schlanken drei bis vier.

Wieweit diese Konstellation durch erbliche oder sozialökonomische Bedingungen verursacht wird, läßt sich in dieser Arbeit außer dem Aufzeigen der deutlichen Abhängigkeit der kindlichen Konstitution von der der Eltern nicht weiter abklären.

VI. Vergleich der Krankheitshäufigkeit und -schwere bei adipösen und schlanken Jugendlichen

- 1.) Ein Abschnitt in den Fragebögen war dazu bestimmt gewesen, einen groben Einblick in den Gesundheitszustand des untersuchten Kindes zu bekommen. Die Fragen betrafen Zeit, Dauer und Art von besonders häufigen und besonders schweren Erkrankungen. Die Antworten wurden in drei Gruppen aufgeteilt:

- a) besonders häufige Erkrankungen
wie allergische Erscheinungen mit Heuschnupfen, Ekzemen und Bronchialasthma, Herderkrankungen des Nasen-Rachen-Raums und Otitiden
oder Allgemeinstörungen wie Kreislauf-
labilität, Kopfschmerzen und Magenbe-
schwerden.
- b) frühere schwere Erkrankungen
unter die Lungenentzündungen, Meningiti-
den, Pyelonephritiden, Hepatitiden,
Dyspepsien im Säuglingsalter oder schwere
Unfälle fielen.
- c) augenblickliche Krankheiten oder bis
zum Augenblick andauernde Folgen früherer
Krankheiten
wie Herzfehler, Diabetes, chronische
Pyelonephritiden oder Veränderungen am
Skelett.

- 2.) Um die Frage nach einer eventuell gesteigerten Krankheitshäufigkeit adipöser Jugendlicher gegenüber Schlanken zu klären, wurde der Chi-Quadrat-Test durchgeführt.

Die unter a) genannten, besonders häufigen Erkrankungen zeigten in ihrer Häufigkeit des Auftretens keine Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen, Adipösen und Schlanken.

Von den früher durchgemachten schweren Erkrankungen (b) entfielen bedeutend mehr, 71 = 61,7 %, auf die Jungen als auf die Mädchen, 44 = 38,3 %. Jedoch bestand kein signifikanter Unterschied in der Krankheits-

häufigkeit zwischen adipösen und schlanken Jungen, wohl aber zwischen adipösen und schlanken Mädchen (Chi-Quadrat = 4,566, $\alpha = 3,262 \%$). Eine Häufung irgend-einer Krankheit war nicht festzustellen, eine endokriner Genese wurde nicht angegeben.

Dagegen war die Häufigkeit bei den unter c) genannten augenblicklichen und Folgen früherer Erkrankungen bei den adipösen Mädchen gegenüber den schlanken höchst signifikant erhöht.

(Chi-Quadrat = 17,378, $\alpha = 0,003 \%$)

Sie wurde bewirkt durch eine Häufung chronischer Pyelonephritiden und Luxationen oder Stauchungen der Wirbelsäule, wobei letztere gleichzeitig zu einem Attest zur Befreiung vom Sportunterricht Anlaß gegeben hatten.

Bei den adipösen Jungen konnte statistisch keine größere Häufigkeit von augenblicklichen Beeinträchtigungen des Gesundheitszustandes als bei schlanken nachgewiesen werden. Doch liegt bei drei Adipösen eine Erklärung der Fettleibigkeit durch Krankheitseinflüsse nahe:

Bei einem 18jährigen Jungen wurde vor 5 1/2 Jahren ein Diabetes mellitus entdeckt, was zu einer Suspendierung vom Sportunterricht führte.

Ein anderer 13jähriger Junge entwickelte seine Fettleibigkeit nach einem schweren Verkehrsunfall im Vorjahr, der mit mehreren

Arm- und Beinbrüchen einen 4monatigen Krankenhausaufenthalt erforderte, der dritte nach einer Meningitis im Alter von 10 Jahren im Anschluß an eine Pockenschutzimpfung.

VII. Ergebnis der Nachuntersuchungen

Nach 2 1/4 Jahren wurden in der Siegener Schule noch einmal 47 Kinder nachuntersucht, und zwar 18 Mädchen, von denen bei der ersten Untersuchung 8 adipös, 8 schlank und 2 mager waren sowie 29 Jungen, von denen damals 15 als adipös, einer als übergewichtig, nicht adipös und 13 als schlank eingestuft worden waren.

Das Ergebnis sah folgendermaßen aus: von den damals 8 adipösen Mädchen waren jetzt noch 5 dick, 3 konnte man als schlank bezeichnen, von den 8 schlanken blieben 6 schlank, 2 wurden adipös, die beiden mageren hatten ein normales Gewicht und ein normales Fettpolster erreicht.

Bei den Jungen blieben von 15 adipösen 12 dick, 3 wurden schlank, von 13 schlanken erschienen 2 mager, die übrigen 11 blieben gleich, der übergewichtige, nicht adipöse behielt seine Konstitution.

Dieses Resultat scheint die schlechte Prognose für die Überwindung der Adipositas zu bestätigen, jedoch läßt sich zeigen, daß bei vielen Kindern dennoch ein Abbau der Fettpolster stattgefunden hatte. Die Adipösen waren bei

der ersten Untersuchung in drei Gruppen graduell unterschiedlicher Fettleibigkeit aufgeteilt worden, die der stark, deutlich und leicht ausgeprägten. Behält man nun diese Abstufung bei, so ergibt sich, daß von den damals 8 adipösen Mädchen nur 4 (50 %) in der gleichen Stufe blieben, die übrigen 4 (50 %) aber abnahmen und einen leichteren Grad der Adipositas aufwiesen bzw. gar keinen mehr, von den 15 adipösen Jungen blieben 6 (40 %) in der gleichen Stufe, während 7 (47 %) leichtere Ausmaße der Adipositas annahmen oder schlank wurden und nur 2 (13 %) stärkere.

Bei der Hälfte der nachuntersuchten, damals adipösen Jugendlichen war also eine positive Entwicklung im Sinne des Abbaus überschüssiger Fettpolster erfolgt.

Hierbei spielten verschiedene Faktoren eine Rolle:

1. Bei einem Teil der adipösen Kinder war die Normalisierung durch ein verstärktes Längenwachstum in der Zeit vom 12./13. bis zum 14./15. Lebensjahr mit bewirkt worden, wobei besonders häufig die leichte Adipositas ganz verschwand.
2. Bei sicherlich 4 Jungen hatte ein intensives körperliches Training (Handball und Leichtathletik) den Prozeß unterstützt.
3. Gerade die Jugendlichen, bei denen die Adipositas leichtere Grade annahm oder ganz verschwand, hatten überwiegend schlanke Eltern und Geschwister, so daß man annehmen kann, daß die anlagebedingte Kon-

stitution sich allmählich ausformte und die überschüssige Fettansammlung nur temporär - ein "verstärktes physiologisches Geschehen" - im Sinne BAHNERS (94) zur Zeit der Praepubertät - war.

Die Konstitution beeinflusste ebenfalls deutlich die Entwicklung der schlanken Jugendlichen sowie die der Kinder, die in gleichem Ausmaß adipös blieben oder sogar noch stärker zunahmen als es ihrem Längenwachstum entsprach. Bei letzteren waren entweder beide Eltern dick oder zumindest ein Elternteil. In dieser Gruppe waren auch die Jugendlichen zu finden, deren Krankheiten im vorigen Abschnitt erwähnt wurden (ein Mädchen mit chronischer Pyelonephritis, ein Junge, dessen Adipositas sich nach einem Verkehrsunfall mit langem Krankenhausaufenthalt entwickelt hatte, und ein anderer, bei dem sie nach einer Meningitis entstanden war). Obwohl beide Jungen angefangen hatten, Sport zu treiben, war keine Besserung der Adipositas erfolgt.

Ziel der Arbeit ist es gewesen, die erblichen, konstitutionellen und entwicklungsphysiologischen Bedingungen für die Entwicklung der Adipositas bei Jugendlichen und äußere begünstigende Faktoren wie Krankheiten und unterschiedliche körperliche Aktivität auf ihre Einflußmöglichkeiten hin zu untersuchen, sowie die Bestimmung der Adipositas durch Messung und Errechnung einzelner charakteristischer Kriterien zu präzisieren und diese für die Praxis anwendbar zu gestalten.

Zu diesem Zweck wurden 475 Mädchen und Jungen im Alter von 10 bis 19 Jahren untersucht, wodurch Durchschnitts- und Vergleichswerte erzielt und daraufhin 85 Jugendliche als adipös diagnostiziert werden konnten, die dann unter bestimmten Gesichtspunkten mit den Schlanken verglichen wurden.

I. Besprechung der Ergebnisse aus der Auswertung und Darstellung der Daten aller Jugendlichen

Die bei der Untersuchung gemessenen und später errechneten Werte aller Jugendlichen wurden tabellarisch und/oder graphisch dargestellt, um einen Einblick in ihre Größenordnung in den verschiedenen Altersstufen und bei beiden Geschlechtern zu erhalten, sie mit den Ergebnissen anderer Untersuchungsreihen vergleichen und adipöse Kinder an der Überschreitung der erhaltenen Normbereiche erkennen zu können.

1. Länge, Gewicht und Lean Body Weight

Die Kurvenverläufe der Längen- und Gewichtszunahme (Abb. 1 - 4) zeigen den charakteristischen Pubertätswachstumsschub, der bei den Mädchen zwischen dem 11. und 13. Lebensjahr, bei den Jungen zwei Jahre später zwischen dem 13. und 15. Lebensjahr erfolgt (Abb. 5). Dieser gegenüber älteren Untersuchungsergebnissen vorverlegte Zeitpunkt entspricht den Resultaten der Düsseldorfer Erhebungen von 1969, ebenso wie beide Arbeiten übereinstimmend weitere Akzeleration nachweisen konnten. Die in dieser Untersuchung etwas höher liegenden Durchschnittswerte für die Körperlänge sind daraus erklärbar, daß bei Oberschülern höhere soziale Schichten überproportional vertreten und diese Kinder größer sind.

Das LBW, errechnet aus Körpergröße und drei Skelettdiametern, zeigt bei den Mädchen einen gleichmäßigeren Anstieg als das Gewicht, da die durch die phasenhafte Änderung des subcutanen Fettgewebes bedingten stärkeren und schwächeren Zunahmen des Gesamtgewichts fortfallen. Bei den Jungen gleicht die Kurve des LBW stärker der des Gesamtgewichts als Zeichen dafür, daß bei ihnen das aktuelle Gewicht stärker durch die Höhen- und Breitenentwicklung des Skeletts bestimmt wird als durch Fettanlagerung.

2. Prozentualer Fettgewebsanteil

Die Berechnung des LBW's bot die Möglichkeit, einen relativen Wert für den Fettgehalt des Körpers bzw. das Depotfett zu erhalten, indem die Differenz zwischen aktuellem Gewicht und dem LBW in Prozent vom Gewicht ausgedrückt wurde. Dieser Wert D, graphisch dargestellt, zeigt eindrucksvoll die Veränderungen des Depotfetts während der Adoleszenz (Abb. 6 u. 7).

Bei den Mädchen beträgt der Fettgehalt in der praepuberalen Phase (10. - 11. LJ) ca. 20 %, in der Phase der zweiten Streckung (12. - 14. LJ) ca. 15 %, in der der Reifung oder 3. Fülle (16. LJ) wiederum ca. 20 %, danach, im 17. bis 18. LJ, ca. 15 - 16 %. Die Jungen weisen in der praepuberalen Phase (11. - 12. LJ) ca. 17 % des Körpergewichts an Fett auf, in der Phase der zweiten Streckung (13. LJ) ca. 15 %, während der Pubertät (14. LJ) ca. 18 % und danach (16. - 18. LJ) ca. 12 - 15 %.

Es wurde darauf verzichtet, Normwerte für bestimmte Lebensjahre anzugeben, da jedes Kind ein individuelles Entwicklungsmuster hat und man ihm bei der Beurteilung seiner Körperbeschaffenheit durch Vergleich mit den phasenspezifischen Durchschnittswerten gerechter wird.

Die Veränderungen des Fettgehalts des Körpers in den verschiedenen Lebensaltern waren bisher noch nicht systematisch untersucht worden, besonders nicht für Kinder und Jugendliche. Von DÖBELN (23) gab für junge Männer und Frauen im Alter von 19 bis 33 Jahren, Werte

von 10 bz. 20 % an, BEHNKE (8) fand bei 18 bis 20jährigen Frauen einen durchschnittlichen Fettgehalt von 14 % (6 - 22 %), bei 20 bis 40jährigen Männern von 16 % (2 - 31 %), bei KEYS u. BROZEK (zit. bei BAHNER (2)) betrug er bei 20jährigen Männern 9,9 %, bei 24jährigen Frauen 26,1 % u. bei FRANCOIS (33) 12 - 18 % für Männer unter 30 Jahren.

3. Fett/Muskel-Verhältnis und Armumfang

Das Fett/Muskel-Verhältnis, das an der Mitte des linken Oberarms aus Umfang und Dicke des subcutanen Fettpolsters errechnet wurde, zeigt in seinen quantitativen Veränderungen während der Adoleszenz, wie das Wachstum von aktiver Körpermasse und Fettgewebe wechselweise die Größe des Armquerschnitts bestimmt und bei Jungen und Mädchen unterschiedliche Relationen aufweist. Aus den Abb. 8 u. 9, in denen das Fett/Muskel-Verhältnis gemeinsam mit dem Armumfang eingezeichnet wurde, lassen sich diese ebenso wie die Zahlenwerte ablesen.

Die Kurven kann man kaum mit anderen bereits veröffentlichten vergleichen. NOVAK (74) maß zwar den Armumfang von Oberschülern, benutzte dann aber den um die Dicke des subcutanen Fettgewebes korrigierten Oberarmdurchmesser als Index für die Ausprägung der Muskulatur, ohne ihn ins Verhältnis zum Fettpolster zu setzen. Und VAGUE u.a. (95) formulierten die Gleichung zur Berechnung des F/M-Verhältnisses, bestimmten es jedoch am Extremitätenansatz. Nur in dem deutlichen Unterschied zwi-

schen dem männlichen und weiblichen Geschlecht (höheres F/M-Verhältnis bei Frauen, niedrigeres bei Männern), nicht in den Zahlen selbst, stimmen die Ergebnisse beider Arbeiten überein.

4. Haut-Fett-Falten

Bis auf die Triceps-HFF bei den Jungen zeigen alle gemessenen HFF eine mit dem Alter ansteigende Tendenz, unterbrochen durch einzelne Gipfel und Senken, die den schon bekannten Phasen - illustriert in den graphischen Darstellungen von D (Abb. 6 u. 7), F/M-V. (Abb. 8 u. 9) und der Längen- und Gewichtszunahme (Abb. 1 - 4) - entsprechen. Über dem Muskulus triceps liegen die Meßwerte der Jungen ca. 4 - 6 mm, am Rumpf unter dem Scapulawinkel nur 2 - 3 mm unter denen der Mädchen. Es wird erkennbar - besonders auch bei der Berechnung der Korrelationskoeffizienten für die einzelnen Größen (Tab. 6) -, daß die Ausbildung des Fettgewebes bei den Mädchen gleichermaßen am Rumpf und Extremitäten erfolgt, während bei den Jungen der Rumpf bevorzugt wird.

In dieser Arbeit sollte keine Normwerttabelle für die Triceps und subscapularen HFF bei Jugendlichen aufgestellt werden, dazu sei auf die groß angelegte Studie des Forschungsinstituts für Kinderernährung in Dortmund verwiesen, die zu diesem Zweck etwa zur gleichen Zeit durchgeführt wurde. (59) Hier diente die Darstellung hauptsächlich der Prüfung, ob Methode und Kollektiv vergleichbare Daten lieferten, was bejaht werden konnte, und außerdem

der weiteren Veranschaulichung der Veränderungen, denen die einzelnen Gewebe während der Adoleszenz unterworfen sind.

5. Bedeutung der Diametermessung zur Bestimmung des LBW und des Fettgehaltes

In der Einleitung war auf das Problem hingewiesen worden, daß Längen-Gewichts-Tabellen häufig dreigeteilt dargestellt werden, nämlich mit Gewichtsangaben für einen schmalen, mittleren und breiten Körperbau, ohne jedoch Anweisungen für die Durchführung der Klassifizierung anzugeben (SELTZER u. MAYER (90)), und somit die Diagnosestellung: Übergewichtigkeit bei Adipositas oder ohne Adipositas sowie Normalgewichtigkeit bei Adipositas doch nicht erleichtert wurde. Außerdem finden die Veränderungen der verschiedenen Gewebe während des Wachstums keinen Platz in ihnen.

In dieser Arbeit sollte nun nach einer Lösung des Problems gesucht werden. Dazu diene die Berechnung des LBW nach den vorn angeführten Formeln von BEHNKE, in die die Körperlänge und drei Diameter eingehen und das damit ein Gewicht auf der Grundlage des Knochenbaus ohne das subcutane Depotfett darstellt. Dieses Verfahren wurde bisher - amerikanischer Literatur zufolge - nur bei Erwachsenen angewandt und ist in der vorliegenden Arbeit systematisch an Jugendlichen durchgeführt worden.

Da jedoch die Berechnung des LBW nach einer komplizierten Gleichung erfolgt, die in der Praxis

schwer Anwendung finden kann; wurden für eine jeweils um 2 cm fortschreitende Körperlänge Tabellen mit den Mittelwerten der Diameter und dem Bereich, in dem sich 50 % der gemessenen Werte befinden, für Mädchen und Jungen getrennt angefertigt. (Tab. 7 u. 8)

Dadurch sollte die Möglichkeit gegeben werden, den Knochenbau und die fettfreie Körpermasse aus einfachen Diametermessungen zu schätzen und - darauf aufbauend - ein individuelles optimales Körpergewicht abzuleiten, sowie aus der Differenz zwischen dem tatsächlichen Gewicht und dem LBW den Grad der Adipositas, Schlankheit oder Magerkeit zu bestimmen. Dazu war noch die Aufstellung von zwei weiteren Tabellen notwendig, in denen man das durchschnittliche, einer bestimmten Körperlänge entsprechende LBW aufsuchen kann und daneben Zahlen findet, die angeben, wie schwer ein Körper ist, wenn die Differenz zwischen dem aktuellen Gewicht und dem LBW - prozentual auf das Gewicht bezogen (D) -, also der Anteil des subcutanen Depotfetts, 10, 15, 20 oder 25 % beträgt. Liegen die Diameter mit ihren Maßen oberhalb des Normbereichs, muß man von einem höheren LBW ausgehen und kann danach den prozentualen Fettgewebsanteil ablesen bzw. das umgekehrte Verfahren bei kleineren Maßen anwenden. (Tab. 9 u. 10 sowie Abb. 15 und 16)

Die normalen Werte des Fettgewebsanteils waren vorher schon für die verschiedenen Phasen des Wachstums und der Reifung bei den Jugendlichen genannt worden und müssen bei der Beurteilung eines Kindes berücksichtigt werden. Insgesamt läßt sich aber sagen, daß man bei einem Fettgewebsanteil von mehr als 25 % des Körpergewichts bei Adoleszenten von Adipositas sprechen

kann.

FRANCOIS (33) zog diese Grenze bei 25 % bei Männern und 32 %, bei Frauen. Seine Werte bezogen sich jedoch auf Untersuchungen an älteren Männern und Frauen und sind deshalb nicht ohne weiteres mit den hier genannten vergleichbar.

Anschließend soll noch erwähnt werden, daß im Wachstum der Diameter deutliche Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen erkennbar sind (Abb. 14). Bei den Jungen nehmen der bitrochanterische und biacromiale Durchmesser im gleichen Umfang zu, während die Thoraxbreite eine langsamere Wachstumstendenz aufweist. Bei den Mädchen entsprechen sich Wachstum von Thoraxbreite und biacromialem Diameter, während der bitrochanterische im Gegensatz zu allen anderen nicht linear, sondern konkav und steiler ansteigt als Zeichen der größeren Breitenentwicklung des Schultergürtels beim männlichen und der des Beckens beim weiblichen Geschlecht.

II. Ergebnisse der Charakteristik der adipösen Jugendlichen

Der zweite Teil der Arbeit diente der Charakteristik adipöser Jugendlicher.

1. Abweichungstabellen

Die gemessenen und errechneten Daten sowie der Sportwert der Jugendlichen wurden in modifizierte Martin-Abweichtabellen eingetragen, wodurch sich drei verschiedene Gruppen von Adipösen unterscheiden ließen: die mit stark, deutlich und leicht ausgeprägter Adipositas.

Je stärker die Adipositas, desto mehr ist auch das LBW erhöht und der epigastrische Winkel stumpf. Dieser Befund stimmt mit SELTZERS u. MAYERS Untersuchungsergebnissen (SELTZER u. MAYER (89), SELTZER (91)) überein, die feststellten, daß bei den Adipösen die meso- und endomorphen Anteile der Körpergestalt häufiger und in stärkerem Ausmaß vertreten sind als in der normalen Population, und auch MÖHR (70) schrieb, daß Übergewichtige und Adipöse - bezogen auf ihre Körperlänge - größere Anteile an aktiver Masse haben. Bei allen dicken Kindern ist das Gewicht mehr als das LBW erhöht als Zeichen einer zusätzlichen übermäßigen Fettanlagerung, was auch in dem graduell verschieden starken Überschreiten des Normbereichs der Haut-Fett-Falten, des Fett/Muskel-Verhältnisses am Arm und von D zum Ausdruck kommt.

Daß körperliche Inaktivität eng mit der Adipositas verbunden ist, zeigt der bei den dicken Kindern erniedrigte Sportwert, der sich mit leichter werdender Adipositas allmählich dem Durchschnittswert nähert. (Vgl. auch J. MAYER (66), (64), JOHNSON (47))

2. Häufigkeit der Adipositas

18,4 % der Mädchen und 17,5 % der Jungen mußten als adipös bezeichnet werden, wobei der leichte Grad der Adipositas bei Mädchen mit 7,9 % häufiger vertreten war als bei den Jungen (5,3 %). Die deutlich ausgeprägte Adipositas fand man bei beiden Geschlechtern gleich häufig (9,2 % ♀, 9,8 % ♂), die stark ausgeprägte etwas mehr bei den Jungen (1,3 % ♀, 2,4 % ♂).

Diese Zahlen mit anderen Angaben aus der Literatur zu vergleichen fällt schwer, da die Kriterien, nach welchen die Adipositas diagnostiziert wird, in den verschiedenen Ländern und bei einzelnen Autoren unterschiedlich sind, wie am Beginn der Arbeit geschildert wurde, und die untersuchten Altersgruppen außerdem nicht übereinstimmen. MÜLLER (71) fand bei 12,5 % der Mädchen und 7 % der Jungen im Alter von 6 bis 19 Jahren eine Fettleibigkeit (= Überschreitung des Gewichts nach den Lenz-Tabellen um 20 %), KNEIST (52) bei 5,3 % der Mädchen und 3,7 % der Jungen im Alter von 14 bis 18 Jahren, also nach der Pubertät (beide DDR), und OSTER (75) im Raum Nürnberg 12 % übergewichtige Kinder. Am ehesten kann man die Ergebnisse der Dortmunder Untersuchung von MAASER (58) zum Vergleich heranziehen, da von ihm die Beurteilung anhand des Gewichts und der HFF erfolgte. Er nannte 27 % der Mädchen und 23 % der Jungen im Alter von 6 bis 10 Jahren überernährt, jedoch nur 12 % der Mädchen und 14 % der Jungen übergewichtig.

Die in der Praepubertät physiologische Zunahme der Körperfülle bedingt auch eine Häufung der

leicht ausgeprägten Adipositas in dieser Zeit bei den Jungen, bereits in die Pubertätsphase fällt die größte Häufigkeit der stark ausgeprägten Adipositas (13, 14 Jahre). Vom 16. bis zum 18. Lebensjahr kommt die Adipositas bei den Jungen am seltensten vor und wird im 19. Lebensjahr wieder häufiger (Abb. 25).

Bei den Mädchen sind die Schwankungen des prozentualen Anteils der Adipositas an der Gesamtzahl eines Jahrgangs nicht so deutlich ausgeprägt; man findet vielmehr eine gleichmäßigere Verteilung in dem Bereich von 10 bis 18 Jahren.

Bemerkenswert ist das etwa gleich häufige Auftreten der Adipositas bei Mädchen und Jungen.

3. Größenvergleich mit Schlanken

WOLFF (98), BRUCH (14), FANCONI (31), GARN und HASKELL (36) haben beschrieben, daß adipöse Kinder ihren schlanken Altersgenossen in der Größe voraus seien. Bei der Prüfung dieses Phaenomens ergab sich, daß die 10- bis 12-jährigen adipösen Kinder signifikant größer waren als die schlanken ($\alpha = 4,92\%$ ♀, $\alpha = 4,61\%$ ♂), während bei den älteren Jugendlichen kein Unterschied mehr festzustellen war.

Das kann bedeuten, daß die erhöhte Kalorienzufuhr und die Konstitution bis zum 13. Lebensjahr das Wachstum von Skelett, aktiver Körpermasse und Fettgewebe gleichermaßen

stimulieren, danach jedoch durch frühere Reifung - angezeigt auch durch den vorverlegten Zeitpunkt der Menarche - sich die Epiphysenfugen eher schließen und damit die Größenunterschiede zu den Schlanken wieder ausgleichen werden.

4. Geburtsgewicht und Geburtslänge

Der Vergleich der mittleren Geburtsgewichte und -längen adipöser und schlanker Kinder im t-Test nach STUDENT zeigte, daß das Geburtsgewicht der adipösen Jugendlichen signifikant höher lag als das schlanker Kinder, und zwar mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 3,25 \%$ bei den Jungen und $\alpha = 2,24 \%$ bei den Mädchen. Die mittlere Geburtslänge adipöser Kinder war ebenfalls größer als die der schlanken, jedoch nur bei den Mädchen mit statistisch gesicherter Signifikanz ($\alpha = 1,36 \%$). (Siehe Tab. 12 u. Abb. 27)

BRUCH (14) hatte die gleiche Prüfung bei den Geburtsgewichten vorgenommen, aber keine signifikanten Unterschiede finden können. Angaben über die Geburtslängen lagen ihr nicht vor. BREGULLA (11) berichtete jedoch aus der Frauenklinik, Erlangen, daß die Neugeborenen übergewichtiger Frauen größer und schwerer seien als die Kinder normalgewichtiger, was die Frage aufwirft, ob es Mechanismen gibt, die bereits intrauterin auf Zellzahl und -größe des kindlichen Fettgewebes Einfluß nehmen und damit eine Disposition zur Adipositas schaffen. Die Annahme, daß die Zahl der Fett-

zellen genetisch determiniert ist, erscheint gerechtfertigt. Ebenso ist es aber auch möglich, daß der Hyperinsulinismus der adipösen Mutter schon beim Foeten zu einer Größenzunahme der Fettzellen und deren herabgesetzten Insulinempfindlichkeit führt - zu einem Mechanismus, der beim Erwachsenen bereits erforscht ist. (BRAY (10), SALANS, KNITTLE, HIRSCH (83))

5. Familiärer Hintergrund

a) Körpergestalt der Eltern adipöser Jugendlicher

Wie groß der Einfluß der Körpergestalt der Eltern auf die der Kinder ist, machen die Histogramme der Abb. 28 u. 29 deutlich. Das für die Eltern schlanker Kinder charakteristische Verteilungsmuster auf die fünf angegebenen Körpergestaltstypen: mager, schlank, kräftig-muskulös, vollschlank (= etwas dick) und korpulent (= sehr dick) unterscheidet sich signifikant von dem der Eltern dicker Kinder.

Die gleichmäßige Verteilung auf die mittleren drei Kategorien (jeweils 32 %) bei Vätern schlanker Kinder wird aufgelöst, der kräftig-muskulöse und der schlanke Typ treten seltener auf (23,1 % bzw. 18 %), dafür nimmt die Häufigkeit der adipösen Männer um 10 % auf 41,5 % bei den Vätern dicker Jungen und um 20 % auf 46,2 % bei denen dicker Mädchen zu. Dieser Unterschied ist bei den

Vätern adipöser Töchter im Chi-Quadrat-Test mit $\alpha = 2,6 \%$ signifikant.

Eine höhere Signifikanz findet man noch beim Vergleich der Mütter schlanker und adipöser Jungen und Mädchen ($\alpha = 0,3 \%$ bei Müttern schlanker und adipöser Jungen, $\alpha = 0,6 \%$ bei Müttern schlanker und adipöser Mädchen). Während von den Müttern schlanker Kinder 59,5 % (♀) bzw. 53,7 % (♂) schlank und 34 % etwas adipös sind, trifft man bei denen adipöser Kinder das umgekehrte Verhältnis an: 33 % schlank, 59 % (♀) bzw. 52,5 % (♂) etwas adipös.

Adipöse Mädchen haben häufiger dicke (46,2 %) und sehr dicke (12,8 %) Väter als adipöse Jungen (41,5 % und 2,4 %), diese dagegen häufiger sehr dicke Mütter (12 %) als adipöse Mädchen (2,6 %).

Daß bei den Knaben dicke Mütter häufiger sind als dicke Väter, ermittelte auch BARNER (4) in seiner Fragebogenstudie. Er fand bei der Hälfte seiner 67 dicken Knaben adipöse Väter (hier insg. 44 %) und bei 2/3 adipöse Mütter (hier insg. 64,5 %). Jedoch blieb bei seiner Auswertung die Relation für die Eltern von 51 adipösen Mädchen etwa gleich (54 % dicke Väter, 72 % dicke Mütter), während hier die Häufigkeit adipöser Väter mehr als die adipöser Mütter zunahm (59 % adipöse Väter, 61,6 % adipöse Mütter).

- b) Körpergestalt der Eltern übergewichtiger, nicht adipöser Jugendlicher

Bei der Betrachtung der Körpergestalt der

Eltern übergewichtiger, nicht adipöser Jugendlichen fiel auf, daß der kräftig-muskulöse Typ bei den Vätern stark vertreten ist (40 - 50 %), bei den Vätern übergewichtiger Mädchen auch die Adipositas (40 %). Die relativ große Häufigkeit der Fettleibigkeit der Mütter dieser Kinder (50 - 60 %) dazu genommen legt die Vermutung nahe, daß aus den bisher nicht adipösen aber übergewichtigen Jungen und Mädchen später evtl. adipöse Erwachsene werden.

c) Kinderzahl

Von 83 adipösen Jugendlichen waren 14 = 16,9 % Einzelkinder, in einer Kontrollgruppe von 84 schlanken nur 9 = 10,7 %. Dieses Ergebnis kann die aus psychologischer Sicht erfolgenden Interpretationen der Entstehung der Adipositas durch eine zu enge, manchmal nur auf das Essen konzentrierte Elternbindung bestärken, die man besonders häufig beim Einzelkind antrifft. (Vgl. BRUCH (15), FRY (35))

Auch ist die durchschnittliche Kinderzahl in Familien eines adipösen Kindes mit 2 bis 3 Kindern pro Familie kleiner als in der schlanken Kontrollgruppe (3 - 4 Kinder). Diese Zahlen stimmen mit dem Ergebnis von FRY (35) überein, während BRUCH (15) weniger als zwei Kinder in Familien mit einem dicken Kind fand.

Das Geschlechtsverhältnis von Jungen zu Mädchen in beiden Gruppen unterschied sich kaum, es betrug $1,2 : 1 = \text{♂} : \text{♀}$ bei den Adipösen und $1,1 : 1 = \text{♂} : \text{♀}$ in der schlanken

Kontrollgruppe.

Dafür, daß aus Ehen zwischen zwei schlanken Elternteilen mehr Kinder hervorgehen als aus solchen zwischen zwei adipösen oder einem schlanken Vater und einer adipösen Mutter, hatte ANGEL 1949 (zit. in (65)) erbbiologische Erklärungen zu finden versucht, die gleichzeitig die Geschlechtsunterschiede in der Nachkommenschaft erhellen sollten. Die Beobachtungen über die Familiengröße in dieser Arbeit könnten seine Vermutungen bestätigen, jedoch beeinflussen ethische, sozio-ökonomische oder psychische Faktoren die Kinderzahl einer Familie in so großem Umfang, daß sich genetische Gesetzmäßigkeiten nur schwer aufdecken lassen.

6. Krankheiten

Um die Fragen nach einer eventuell gesteigerten Krankheitshäufigkeit bei adipösen Jugendlichen, nach dem Hervortreten bestimmter Erkrankungen bei ihnen oder der Ätiologie der Adipositas zu klären, wurden die Angaben aus den Fragebögen analysiert, gruppiert und statistisch bearbeitet.

Obwohl die Anfälligkeit adipöser Kinder größer sein soll als die schlanker (NITSCH u. KARG (73), MAASER (58)), fanden sich beim Vergleich von besonders häufigen Erkrankungen und vegetativen Allgemeinstörungen keine signifikanten Unterschiede, was darauf zurückzuführen sein mag, daß hier die Angaben der Eltern wegen der

unterschiedlichen Einschätzung solcher Krankheiten zu ungenau ausfielen. Von schweren Krankheiten waren nur die dicken Mädchen mehr befallen worden (χ^2 -Quadrat = 4,6, α = 3,3 %), nicht aber die Jungen.

Chronische Pyelonephritiden und Verletzungen der Wirbelsäule mit anschließendem Attest zur Befreiung vom Sportunterricht traten als augenblickliche oder bis zum Augenblick andauernde Folgen früherer Erkrankungen bei adipösen Mädchen wiederum häufiger auf als bei schlanken (höchste Signifikanz χ^2 -Quadrat = 17,4, α = 0,003 %), bei den Jungen war der Unterschied zwar nicht signifikant, doch lag bei drei adipösen Jungen eine Erklärung der Fettleibigkeit durch Krankheitseinflüsse nahe: 1. durch einen Diabetes mellitus mit übermäßiger körperlicher Schonung; 2. Entwicklung der Adipositas nach einem schweren Verkehrsunfall - ohne Schädeltrauma oder Commotio - mit 4monatigem Krankenhausaufenthalt; 3. nach einer Meningitis im Alter von 10 Jahren.

Es schien, als seien in diesen Fällen nicht die Krankheiten allein, sondern zusätzlich körperliche Inaktivität und starke Besorgnis von seiten der Familie mitbestimmende Faktoren gewesen.

7. Entwicklung der Adipösen bis zur Nachuntersuchung

Nach 2 1/4 Jahren wurden 18 Mädchen und 29 Jungen nachuntersucht, von denen bei der

ersten Untersuchung 8 bzw. 15 als adipös eingestuft worden waren. Von den 8 adipösen Mädchen waren noch 5 = 62,5 % dick, 3 = 37,5 % konnte man als schlank bezeichnen, von den 15 adipösen Jungen blieben 12 = 80 % dick, 3 = 20 % wurden schlank. Dieses Resultat scheint die schlechte Prognose für die Überwindung der Adipositas zu bestätigen. In der Literatur werden Zahlen im Bereich von 50 - 80 % für ihr Bestehenbleiben angeführt. (MAYER (63), SCHMALZ (86), WOLFF (98), SPRANGER (92), ABRAHAM u. NORDSIECK (1), HAASE u. HOSENFELD (40))

Behielt man jedoch die Aufgliederung in leicht, deutlich und stark ausgeprägte Adipositas bei, so zeigte sich, daß bei der Hälfte der damals adipösen Kinder doch eine positive Entwicklung im Sinne des Abbaus überschüssiger Fettpolster stattgefunden hatte, indem die leichte Fettleibigkeit ganz verschwand und die stark oder deutlich ausgeprägte leichtere Grade annahm. Nur 2 = 13 % der adipösen Jungen wurden noch dicker, alle übrigen (50 % der Mädchen und ca. 40 % der Jungen) blieben gleich.

Die positive Entwicklung wurde nachweislich durch verschiedene Faktoren begünstigt:

- a) durch ein verstärktes Längenwachstum zwischen dem 12./13. und 14./15. Lebensjahr
- b) durch intensives körperliches Training (vgl. auch JOKL (48) u. PARIZKOVA (77))
- c) durch die anlagebedingte Konstitution - vorgegeben durch schlanke Eltern und Ge-

Geschwister -, die während der Praepubertät durch eine Übersteigerung des normalen physiologischen Geschehens überlagert worden war. Die Kinder, die gleichermaßen dick blieben oder noch dicker wurden, hatten entweder ein oder zwei adipöse Elternteile, und es gehörten diejenigen dazu, bei denen eine Krankheit mit auslösend gewesen war.

Beide Tendenzen, nämlich die, daß sich die Adipositas der praepuberalen Phase leichter ausgleichen läßt, und die, daß die Adipositas in hohem Prozentsatz weiterbesteht, kommen in dieser Arbeit deutlich zum Ausdruck.

I

Zusammenfassung

1. Ziel der Arbeit war es, zunächst, eine genauere Definition von "Adipositas bei Jugendlichen" zu finden, d.h. Merkmale zu bestimmen, durch die sich Adipöse von Nicht-Adipösen unterscheiden lassen.

Bei 475 Jungen und Mädchen im Alter von 10 bis 19 Jahren wurden folgende Parameter und ihre Veränderung während der Adoleszenz erfaßt:

Länge, Gewicht, Lean Body Weight (fettfreie Körpermasse), prozentualer Fettgewebsanteil am Gesamtkörpergewicht, Armumfang, Fett-Muskel-Verhältnis am Arm, subscapulare und triceps Hautfettfalte, drei Körperdiameter (biacromialer, bitrochanterischer und Thoraxbreite) und epigastrischer Winkel.

Bei Kenntnis dieser Daten läßt sich die Adipositas definieren als Überschreitung eines bestimmten Fettanteils am Gesamtkörpergewicht, wobei in den verschiedenen Phasen der Adoleszenz unterschiedliche Normbereiche gelten.

2. Es ließ sich ein enger Zusammenhang zwischen Konstitution und Adipositas feststellen:
 - a) Die adipösen Jugendlichen wiesen bereits bei der Geburt ein signifikant höheres Gewicht auf als die schlanken, die adipösen Mädchen auch eine signifikant größere Länge. Im Wachstum sind die 10- bis 12jährigen Adipösen ihren schlanken

Altersgenossen voraus, danach gleichen sich die Unterschiede aus. Der epigastrische Winkel ist bei den Adipösen rechtwinklig bis stumpf, und neben dem Fettgewebsanteil am Körpergewicht ist auch die fettfreie Körpermasse erhöht - entsprechend einem pyknischen und athletischen Konstitutionstypus.

- b) Einen weiteren Hinweis auf die Konstitution als genetische Vorbedingung für die Entwicklung von Adipositas oder Schlankheit erbrachte die Auswertung der Körpergestalt der Eltern. Dicke Kinder haben gegenüber den schlanken signifikant häufiger adipöse Eltern, wobei das Merkmal "Adipositas" besonders vom Vater auf die Tochter und von der Mutter auf den Sohn übergeht, und die Längsschnittbeobachtung zeigte die Bedeutung der elterlichen Konstitution für die weitere Entwicklung der Körpergestalt ihrer Kinder auf.
- 3. Umweltfaktoren, die begünstigend auf überschüssige Fettanlagerung einwirken, waren mangelhafte sportliche Aktivität und einzelne Krankheiten, oft kombiniert mit Befreiung vom Sportunterricht, sowie die häufigere Einzelkindsituation oder zumindest geringere Geschwisterzahl bei adipösen Jugendlichen im Vergleich mit den schlanken.

Literaturverzeichnis

1. Abraham, S., Nordsieck, M.: Relationship of Excess Weight in Children and Adults. Publ. Health Repts. 75 : 263 (1960)
2. Bahner, F.: Fettsucht und Magersucht. Handbuch d. inn. Med., 4. Aufl. Bd. VII/1 S. 1014, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1955
3. -- Über die Ursachen der Fettleibigkeit. Internist 5 : 152 (1964)
4. -- Praepubertätsfettsucht. 16. Symposium der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie, Ulm. Med. Tribune Nr. 12a (März 1970) S. 12
5. Bauereisen, E., Paerisch, M.: Die Dickenmessung des Unterhautfettgewebes beim Menschen. Zeitschr. d. ges. exp. Med. 120 : 389 (1953)
6. Behnke, A. R.: Quantifikation of body weight and configuration from anthropometric measurements. Hum. Biol. 31 : 213 (1959)
7. -- The estimation of lean body weight from skeletal measurements. Hum. Biol. 31 : 295 (1959)
8. -- Anthropometric fractionation of body weight. J. Appl. Physiol. 16 : 949 (1961)
9. -- Anthropometric evaluation of body composition throughout life. Ann. N. Y. Acad. Sci. 110 : 450 (1963)
10. Bray, G.A.: Measurement of subcutaneous fat cells from obese patients. Ann. of Int. Med. 73 : 565 (1970)
11. Bregulla, K.: Gestosegefahr bei Übergewichtigkeit erhöht - Neugeborene übergewichtiger Frauen größer und schwerer. 20. deutsche Kongress für ärztl. Fortbildung. Med. Tribune Jg. 6 Nr. 31 (1971)
12. Brozek, J.; Body Measurements and Human Nutrition. Detroit, Wayne University Press, 1956, pp. 10 - 11
13. Brozek, J., Kihlberg, J.A., Taylor, H. L., Keys, A.: Skinfold distribution in middle-aged american men: a contribution to norms of leanness-fatness. Ann. N. Y. Acad. Sci. 110 : 492 (1963)
14. Bruch, H.: Obesity in childhood. I Physical growth and development of obese children, Am. J. Dis. Child. 58 : 457 (1939)

15. -- Obesity in childhood III, Physiologic and psychologic aspects of the food intake of obese children. Am. J. Dis. Child. 59 : 739 (1940)
16. -- Über die psychologischen Aspekte der Fettleibigkeit. Med. Klin. 55 : 295 (1960)
17. Burton, B. T.: Physiology and Psychology of Hunger, Appetite, and Food Intake. The Heinz Handbook of Nutrition II, 61 (1966), Chap. 6
18. -- Obesity and Leanness. ebenda Chap. 21
19. Churchill, E.: Statistics for functions of anthropometric and "somatolytic" variables. Ann. N. Y. Acad. Sci. 110 : 161 (1963)
20. Clauser, G.: Biographie und Klinik der Adipositas. Die Bedeutung von Gehirn und Psyche während Wachstum und Altern. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1958)
21. Coerper, C. Hagen, W., Thomae, H.: Deutsche Nachkriegskinder. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1954)
22. Crook, G. H., Bennett, C. A., Norwood, W. D., Mahaffey, J. A.: Evaluation of skinfold measurements and weight chart to measure body fat. J. Am. med. Ass. 198 : 39 (1966)
23. Döbeln, W. v.: Anthropometric determination of fat free body weight. Act. med. Scand. 165 fasc. 1 : 37 (1959)
24. Droese, W., Stolley, H. Forschungsinstitut für Kinderernährung in Dortmund - Aufgaben und Ziele. Sonderdruck aus Jahrbuch 1969, Westdeutscher Verlag - Köln und Opladen
25. Durnin, J. V. G. A.: Muscular and adipose tissue and the significance of increase in body weight with age. J. Vague: Physiopathology of adipose tissue, Excerpta medica Foundation, Amsterdam 1969, S. 387 - 389
26. Edwards, D. A. W.: Observation on the distribution of subcutaneous fat. Clin. Sci. 9 : 259 (1950)
27. Edwards, D. A., W., Hammond, W. H., Healy, M. J. R., Tanner, J. M., and Whitehouse, R. H., (1955). Brit. J. Nutr., 9, 133
28. Edwards, K. D. G.; Whyte, H. M.: The simple measurement of obesity. Clin. Sci. 22 : 347 (1962)

29. Ellis, R. W. B., Tallermann, K.H.: Obesity in childhood-study of 50 cases. *Lancet* 2 : 615 (1934)
30. Epstein, A. A.: Clinical and biologic considerations of obesity and certain allied conditions. *Bull. New York Acad. Med.* 10 : 389 (July) 1934
31. Fanconi, Wallgreen,: *Lehrbuch der Paediatric.* Schwabe und Co Verlag Basel/Stuttgart, 1972 (9. Aufl.)
32. Fletcher, R. F.: The measurement of total body fat with skinfold calipers. *Clin. Sci.* 22 : 333 (1962)
33. Francois, B.: Makeshift Determination of Total Body Fat. *J. Vague: Physiopathology of adipose tissue, Excerpta medica foundation, Amsterdam 1969, S. 349 - 358*
34. Fröhlich, A.: *Wien. klin. Rdsch.* 19 (1901)
35. Fry, C. P.: A comparative study of "obese" children selected on the basis of fat pads. *Am. J. Clin. Nutr.* Vol. 1 Nr. 6 : 453 (1953)
36. Garn, S. M., Haskell, J. A.: Fat thickness and developmental status in childhood and adolescence. *A. M. A. Journal Dis. Child.* 99 : 60 (276) (1960)
37. Gercke, W.: Das Fettsuchtproblem aus der Sicht des Versicherungsträgers. In: *Ernährung in Prophylaxe und Therapie*, Bd. 1 Fettsucht, S. 53 ff. *J. F. Lehmanns Verlag, München 1968*
38. Goßmann, H. H.: *Fettsucht (im Druck)*
39. Gries, F. A., Daweke, H., Liebermeister, H.: Pathophysiologie der Fettsucht mit besonderer Berücksichtigung der Störungen des Kohlenhydratstoffwechsels. *Monatskurse f. d. ärztl. Fortbildung* 21. Jg. Nr. 10 : 341 (1971)
40. Haase, K. E., Hosenfeld, H.: *Kinderärztl. Praxis* 24 : 322 (1956)
41. Harnack, G. A. v.: *Kinderheilkunde.* Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1968
42. Hechter, H. H.: The relationship between weight and some anthropometric measurement in adult males. *Hum. Biol.* 31 : 235 (1959)
43. Hüter, K. A.: Die Fettsucht in der Gynäkologie und Geburtshilfe. In: *Ernährung in Prophylaxe und Therapie*, Bd. 1 Fettsucht, S. 137 ff, *J. F. Lehmanns Verlag, München 1968*

44. Irsigler, K.: Zum Energiehaushalt des menschlichen Organismus. Wiener klin. Wschr. 81, Jg. Nr. 47 (1969) S. 845 - 854
45. Jahnke, K.: Fettsucht und Diabetes mellitus. In: Ernährung in Prophylaxe und Therapie, Bd. 1 Fettsucht, S. 43 ff., J. F. Lehmanns Verlag, München 1968
46. -- Fettsucht als endokrin-adaptives, metabolisches Syndrom. Med. Tribune Nr. B. 39, 25. Sept. (1970) S. 5 Bericht vom 7. Kongreß der internationalen Diabetes-Föderation
47. Johnson, M. L., Burke, B. S., Mayer, J.: Relative Importance of Inactivity and Overeating in the Energy Balance of obese High School Girls. Am. J. Clin. Nutr. Vol. 4 No. 1 : 37 (1956)
48. Jokl, E.: Physical activity and body composition: fitness and fatness. Ann. N. Y. Acad. Sci. 110 : 778 (1963)
49. Kapell, R.: Zur Epidemiologie der Fettsucht. Zeitschr. Inn. Med. 26 : 100 (1971)
50. Kapp, H., Ritzel, G., Bansi, H.W.: Ernährungsprobleme in der modernen Industriegesellschaft. Hrsg. von K. Lang, Mainz-Darmstadt 1965, Dr. Dietrich Steinkopf Verlag, Bibliothek 1965 : 38, Supplementa
51. Kaup, J.: Neue Grundregeln der Norm- und Konstitutionsforschung. Klin. Wschr. 3 (1924) : 701
52. Kneist, W.: Reihen-Längsschnitt-Untersuchungen über Wachstum und Reifung Jugendlicher in ihrer sozialen Umwelt. Fortschr. Med. 85 : 30 (1967)
53. Kretschmer, E.: Körperbau und Charakter. Springer Verlag Berlin, Heidelberg 1967, 25. erg. Aufl.
54. Keckwick, A., Pawan, G. L. S.: Body-weight, Food, and Energy. The Lancet, April 19 : 822 (1969)
55. Liebelt, R. A.: Response of adipose tissue in experimental obesity as influenced by genetic, hormonal, and neurogenic factors. Ann. N. Y. Acad. Sci. 110 : 723 (1963)
56. Liebermeister, H.: Klinik und Praxistherapie der Fettsucht. Monatskurse f. d. ärztl. Fortbildung 21. Jg. Nr. 10351 (1971)

57. -- Diagnose und Therapie der Fettsucht.
(zusammenfassender Bericht über den
12. Fortbildungskurs der Ärztekammer
Westf.-Lippe in Hamm am 12. Dezember
1969 von O. Lipross)
58. Maaser, R., Chatterjee, G.: Über die Häu-
figkeit der Überernährung bei 6 - 10-
jährigen Kindern. Medizin und Ernährung
Jg. 12 Heft 2 : 26 - 28 (1971)
59. Maaser, R., Stolley, H., Droese, W.: Die
Hautfettfaltenmessung mit dem Caliper-
II. Standardwerte der subcutanen Fett-
gewebsdicke 2 - 14jähriger gesunder Kin-
der. Mschr. Kinderheilk. 120 : 350 - 353
(1972)
60. Mansfeld, E.: Maße, Gewichte, Bedeutung des
Somatogramms. Schriftenreihe aus dem Ge-
biete des öffentlichen Gesundheitswesens
Heft 23 : 13 (1966) Georg Thieme Verlag,
Stuttgart
61. Martin, R.: Lehrbuch der Anthropologie. G.
Fischer Verlag, Jena 1914
62. Massler, M.: Calculation of normal weight.
Child Develop. 16 : 111 (1945)
63. Mayer, J.: Obesity. Ann. Rev. Med. 14 : 111
(1963)
64. -- Faulheit und Fettsucht. Arzt und Ernäh-
rung S. 6 Documenta Geigy (1964)
65. -- Genetic factors in human obesity. Ann.
N. Y. Acad. Sci. 131 : 412 (1965)
66. -- Inactivity as a major factor in adoles-
cent obesity. Ann. N. Y. Acad. Sci.
131 : 502 (1965)
67. -- Overweight - Causes, Cost, and Control.
Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs,
N. J. 1968
68. Mietens, C., Ströder, J., Schuester, H.:
Bronchitis und spastische Bronchitis
im frühen Kindesalter- vergleichende
Untersuchungen über Häufigkeit und dis-
ponierende Faktoren. Münchener Med.
Wschr. 47 : 2465 (1967)
69. Miller, A. T., Blyth, G. S.: Estimation of
lean body mass and body fat from basal
oxygen consumption and creatinine excre-
tion. J. Appl. Physiol. 5 : 73 (1952)
70. Möhr, M.: Ernährungszustand und Körperzu-
sammensetzung bei Werktätigen der In-
dustrie. Zschr. Inn. Med. 24 : 907 (1969)

71. Müller, F., Paul, J., Wittig, J.: Untersuchungen zur Fettsuchtshäufigkeit in einem Landkreis Ostmecklenburgs. Zschr. Inn. Med. 22 : 789 (1967)
72. Müller, Fr. v.: Über die Fettsucht. Schweizer Med. Wschr. 65 : 1065 (1935)
73. Nitsch, K., Karg, F.: Fettsucht im Kindesalter. Medizin und Ernährung Jg. 3 Heft 9: 199 - 204 (1962)
74. Novak, L. P.: Age and sex differences in body density and creatinine excretion of high school children. Ann. N. Y. Acad. Sci. 110 : 545 (1963)
75. Oster, K.: Fettsucht und Übergewicht im Kindes- und Jugendalter - Erfahrungen des Schularztes und Ergebnisse von Diätkuren. Mschr. Kinderheilk. 118 : 338 (1970)
76. Ott, H.: Normalgewicht und Optimalgewicht. Ernährungsumschau 10 : 45 (1963)
77. Parizkova, J.: The development of subcutaneous fat in adolescents and the effect of physical training and sport. Physiol. Bohemoslovenica 8 : 112 (1959)
78. Quetelet, A.: Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme. Bruxelles, 1870
79. Reynolds, E. L.: Sexual maturation and the growth of fat, muscle, and bone in girls. Child Develop. 17 : 121 (1946)
80. Ritter, U.: Behandlung der Fettsucht. Arzt. Praxis Jg. XXI Nr. 96 (1969)
81. Rony, H. R.: Obesity and Leanness. Lea and Febinger, Philadelphia 1940
82. Ryneerson, E. H., Gastineau, Cl. F.: Obesity. Springfield, 11: Ch. C. Thomas 1948
83. Salans, L.B., Knittle, D. L., Hirsch, J.: The role of adipose cell size and adipose tissue insulin sensitivity in the carbohydrate intolerance of human obesity. J. clin. Invest. 47 : 153 (1968)
84. Savage, D. C. L.: The fat child and the thin child. The Practitioner 200 : 361 (1961)
85. Schleissner, F.: Somatogramme. Mschr. Kinderhk. 43 : 2484 (1929)
86. Schmalz, H., Schmitz, H. H., Ocklitz, H. W., Schmidt, E. F.: Paediatrische Arbeitsrichtlinien: 21. Fettsucht. Sonderdruck aus Zeitschr. f. ärztl. Fortbildung 63. Jg. Heft 11 (1969)

87. Schulze, H., Wissing, W.: Körperlänge und Körpergewicht der Düsseldorfer Jugend. Das öffentliche Gesundheitswesen 31. Jg. Heft 5 : 250 (1969)
88. Schwarz, K.: Fettsucht und Endokrinologie. In: Ernährung in Prophylaxe und Therapie, Bd. 1 Fettsucht, S. 130, F. Lehmanns Verlag, München 1968
89. Seltzer, C. C., Mayer, J.: Body build and obesity - who are the obese? J. Am. med. Ass. 189 : 677 (1964)
90. -- A simple criterion of obesity. Clin. Nutr. Vol. 38 No 2 : 101 - 107 (1965)
91. Seltzer, C. C.: Genetics and obesity. J. Vague: Physiopathology of adipose tissue, Excerpta medica foundation, Amsterdam 1969, S. 325 - 334
92. Spranger, J.: Therapie der kindlichen Fettsucht. Paediatr. Praxis 3 : 580 (1964)
93. Tanner, J.M., Whitehouse, R.H.: Standards for subcutaneous fat in British children Brit. Med. J. I:446 (1962)
94. Taylor, W. L., Behnke, A. R.: Anthropometric comparison of muscular and obese men. J. Appl. Physiol. 16 : 955 (1961)
95. Vague, J.; Boyer, J., Jubelin, J., Nicolino, C., Pinto, C.: Adipomuscular Ratio in Human Subjects. In: Vague: Physiopathology of adipose tissue, Excerpta medica foundation, Amsterdam 1969, S. 360 - 386
96. Wetzel, N. C.: Physical Fitness in Terms of Physique Development and Basal Metabolism. Journ. Am. Med. Ass. 116 : 1187 (1941)
97. Wirths, W.: Zur Pathogenese und Praevention der Fettsucht anhand von Untersuchungsgruppen. Ärztl. Fortbildung 21. Jg. Heft 3 : 145 - 152 (1971)
98. Wolff, O. H.: Adipositas in der Kindheit. Triangel Band 7 Nr. 6 : 234 (1966)

Verzeichnis der Abbildungen

Seite

Abb. 1 und 2:	Zunahme der Körperlänge bei Mädchen (Abb. 1) und Jungen (Abb. 2) im Alter von 10 bis 18 Jahren	37
Abb. 3 und 4:	Zunahme des Gesamtkörpergewichts und des Lean Body Weight (LBW) bei Mädchen (Abb. 3) und Jungen (Abb. 4) im Alter von 10 bis 18 Jahren	39
Abb. 5:	Darstellung des Pubertätswachstumsschubes bei Mädchen und Jungen	41
Abb. 6 und 7:	Veränderungen des Fettgewebsanteils am Gesamtkörpergewicht (D) während der Adoleszenz bei Mädchen (Abb. 6) und Jungen (Abb. 7)	44
Abb. 8 und 9:	Zunahme des Armumfangs und Veränderungen des Fett-Muskel-Verhältnisses am Arm während der Adoleszenz bei Mädchen (Abb. 8) und Jungen (Abb. 9)	47
Abb. 10 und 11:	Die Dicke der triceps Haut-Fett-Falten bei Mädchen (Abb. 10) und Jungen (Abb. 11) im Alter von 10 bis 18 Jahren	50
Abb. 12 und 13:	Die Dicke der subscapularen Haut-Fett-Falten bei Mädchen (Abb. 12) und Jungen (Abb. 13) im Alter von 10 bis 18 Jahren	52
Abb. 14:	Zunahme der Körperdiameter in Abhängigkeit von der Körperlänge bei Mädchen und Jungen (Mittelwert $M + 25\%$)	60
Abb. 15:	Das LBW von Mädchen in Abhängigkeit von der Körperlänge und ihr Gesamtkörpergewicht bei einem Fettgewebsanteil (D) von 10, 15, 20 und 25 %	66
Abb. 16:	Das LBW von Jungen in Abhängigkeit von der Körperlänge und ihr Gesamtkörpergewicht bei einem Fettgewebsanteil (D) von 10, 15, 20 und 25 %	67
Abb. 17:	Muster der MARTIN-Abweichungstabellen mit den verwendeten Kriterien	70
Abb. 18:	Abweichungstabellen zweier Jungen gleichen Alters, Gewichts und gleicher Größe	72
Abb. 19:	Abweichungstabellen eines normalen (1), mageren (2), adipösen (3) und athletisch-muskulösen (4) Jugendlichen	74
Abb. 20:	Schema der Abweichungstabellen bei Jugendlichen mit stark ausgeprägter Adipositas (6 Jungen, 3 Mädchen)	75
Abb. 21:	Schema der Abweichungstabellen bei Jugendlichen mit deutlich ausgeprägter Adipositas (24 Jungen, 21 Mädchen)	77
Abb. 22:	Schema der Abweichungstabellen bei Jugendlichen mit leicht ausgeprägter Adipositas (11 Jungen, 18 Mädchen)	79

		Seite
Abb. 23	: Schema der Abweichungstabellen bei Jugendlichen mit Übergewichtigkeit ohne Adipositas (10 Jungen, 10 Mädchen)	82
. 24	: Prozentualer Anteil der drei verschiedenen Grade der Adipositas an der Gesamtzahl der untersuchten männlichen und weiblichen Adoleszenten	84
. 25	: Prozentuale Häufigkeit der drei Grade der Adipositas in den verschiedenen Altersstufen bei Jungen	85
. 26	: Prozentuale Häufigkeit der drei Grade der Adipositas in den verschiedenen Altersstufen bei Mädchen	87
. 27	: Darstellung der mittleren Geburtsgewichte und -längen schlanker (s) und adipöser a) Jugendlicher mit ihren Standardabweichungen σ	92
. 28	: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Körpergestaltstypen der Väter von adipösen und nicht adipösen Jugendlichen (in Prozenten)	96
. 29	: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Körpergestaltstypen der Mütter von adipösen und nicht adipösen Jugendlichen (in Prozenten)	99
. 30	: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Körpergestaltstypen bei Vätern und Müttern übergewichtiger, nicht adipöser Jungen und Mädchen	104
. 31	: Kinderzahl in Familien von adipösen (a) und schlanken (s) Kindern	108

	Verzeichnis der Tabellen	Seite
Tab. 1	Anzahl und Alter der untersuchten Jungen und Mädchen	24
Tab. 2	Mittelwerte von Gewicht und Länge der untersuchten Jugendlichen im Vergleich mit dem Düsseldorfer Somatogramm	43
Tab. 3	Mittelwerte von $D(\bar{x})$ mit Standardabweichung (s) und Abweichung des Mittelwertes (s_{-})	46
Tab. 4	Differenz zwischen den HFF-Werten der Untersuchungen in Bocholt und Siegen sowie der Dortmunder Studie	53
Tab. 5	Mittelwerte der beiden gemessenen Haut-Fett-Falten (triceps HFF, subscapulare HFF) in den verschiedenen Altersstufen mit Standardabweichungen und Abweichungen des Mittelwertes (s , s_{-})	54
Tab. 6	Produkt-Moment-Korrelationen nach BRAVAIS-PEARSON mit ihren 95 % Konfidenzintervallen	57
Tab. 7	Mittelwerte der Diameter ± 25 % bei Mädchen - bezogen auf die Körperlänge	61
Tab. 8	Mittelwerte der Diameter ± 25 % bei Jungen - bezogen auf die Körperlänge	62
Tab. 9	Mittlerer Wert des LBW - bezogen auf die Körperlänge - plus $D = 10, 15, 20$ und 25 % bei Mädchen	64
Tab. 10	Mittlerer Wert des LBW - bezogen auf die Körperlänge - plus $D = 10, 15, 20$ und 25 % bei Jungen	65
Tab. 11	Prozentuale Verteilung der Körpergrößen adipöser und schlanker Jugendlicher auf die Perzentilen $P_2 - P_{97}$	88
Tab. 12	t-Test nach STUDENT zum Vergleich der Geburtsgewichte und -längen schlanker und adipöser Jungen und Mädchen	91
Tab. 13	Absolute und prozentuale Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Körpergestaltstypen bei den Vätern adipöser und nicht adipöser Jungen und Mädchen	97
Tab. 14	Absolute und prozentuale Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Körpergestaltstypen bei den Müttern adipöser und nicht adipöser Jungen und Mädchen	100
Tab. 15	Chi-Quadrat-Test zur Prüfung signifikanter Unterschiede zwischen dem Verteilungsmuster der Körpergestaltstypen von Eltern schlanker und adipöser Jugendlicher	103

Verzeichnis der gebrauchten Abkürzungen:

LBW	= Lean Body Weight
D	= $\frac{\text{Gewicht} - \text{LBW}}{\text{Gewicht}} \times 100$
	= Fettgewebsanteil
F/M	= Fett-Muskel-Verhältnis (berechnet am linken Oberarm)
HFF	= Haut-Fett-Falten
subsc. HFF	= subscapulare Haut-Fett-Falte
epigastr. W.	= epigastrischer Winkel

Lebenslauf

Am 3. Mai 1947 wurde ich als Tochter des Arztes Dr. Walter Erpelt und seiner Ehefrau Ingrid geb. Hartwig, Ärztin, in Ottobeuren geboren.

Von 1953 bis 1956 besuchte ich die Pestalozzi-Schule in Hemer-Sundwig, während des vierten Volksschuljahres von 1956 bis 1957 die Bodelschwingschule in Bocholt. Im Frühjahr 1957 trat ich in die städtische Marienschule, Bocholt, (neusprachliches Gymnasium) ein und erhielt dort am 23. Februar 1966 das Reifezeugnis.

Vom Sommersemester 1966 an studierte ich Medizin in Marburg, legte im Frühjahr 1967 die naturwissenschaftliche und im Herbst 1968 die ärztliche Vorprüfung ab. Für das Sommersemester 1969 immatrikulierte ich mich an der Universität Wien, vom Wintersemester 1969/70 an wieder an der Philipps-Universität, Marburg. Dort meldete ich mich nach dem Wintersemester 1971/72 zum Staatsexamen, das ich am 25. Juli 1972 bestand.

Von November 1972 bis Februar 1973 war ich in der Chirurgischen Abteilung, von März 1973 bis August 1973 in der Inneren Abteilung des Burgfeld Krankenhauses in Kassel als Medizinalassistentin tätig, von Oktober bis Dezember 1973 im Kinderzentrum, München, bei Prof. Hellbrügge.

Seit dem 1. Januar 1974 befinde ich mich in der Facharztausbildung für Paediatric am Kinderkrankenhaus "Zum Kind von Brabant", Kassel.

Am Schluß der Arbeit möchte ich Herrn Doz. Dr. H. Gossmann für die Überlassung des Themas und seine Betreuung danken.

Weiterhin gilt mein Dank den Direktoren und Lehrern der städt. Marienschule und des St. Georgs Gymnasiums in Bocholt sowie des ev. Gymnasiums in Hüttental-Weidenau für ihre freundliche Unterstützung bei den Untersuchungen.

Schließlich sei Prof. Ihm und Herrn P. Zöfel von der Zentralen Rechenanlage der Universität Marburg für ihren Rat bei der statistischen Auswertung der Meßergebnisse und für die Überlassung der Rechengeräte und -programme gedankt.

Herstellung:
Fachschreibbüro Schultz-Lange, Kassel, Telefon (05 61) 7 18 66